

L'ART DES EXPÉRIENCES, OU AVIS AUX AMATEURS DE LA PHYSIQUE,

SUR LE CHOIX, LA CONSTRUCTION ET L'USAGE DES INSTRUMENTS ; *SUR LA PRÉPARATION ET L'EMPLOI DES DROGUES QUI SERVENT AUX EXPÉRIENCES.*

Par M. l'Abbé NOLLET, *de l'Académie Royale des Sciences, de la Société Royale de Londres, de l'Institut de Bologne, &c. Maître de Physique & d'Histoire Naturelle des Enfants de France, & Professeur Royal de Physique Expérimentale au College de Navarre.*

TOME SECOND.



A PARIS,

Chez P. E. G. DURAND, Neveu, Libraire, rue S. Jacques, à la Sagesse.

M. DCC. LXX.

Avec Approbation & Privilege du Roi.

FAUTES A CORRIGER.

Tome Second.

Page.	Ligne.	au lieu de	lisez :
32,	3,	F. 1.	*Fig.* 2.
94,	25,	découpé.	découpée.
97,	9,	plus.	moins.
117,	12,	*Fig.* 3.	*Fig.* 4.
Ibid,	13,		*effacez* *Fig.* 4.
139,	26,	*Fig.* 9.	*Fig.* 5.
140,	21,	*Fig.* 10.	*Fig.* 6.
183,	24,	*Fig.* 4.	*Fig.* 3.
217,	2,	même.	menu.
220,	15,	*Fig.* 6.	*Fig.* 7.
225,	6,	*idem.*	
231,	5,	de.	des.
368,	20,	un.	une.
371,	3,	*après le mot* capillaire, *ajoutez.* *A*, *Pl. XVI. Fig.* *.	
391,	11,	*Pl. XVI.*	*Pl. XVII.*
406,	24,	une.	un.
451,	30,	doivent.	devient.
502,	30,	*Pl. XXI.*	*Pl. XXII.*
521,	7,	de deux.	des deux.
543,	*Fig.* 7. *Fig.* 8.		*Fig.* 4. *Fig.* 5.

AVIS



AVIS
AUX AMATEURS
DE LA
PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE.

TROISIEME PARTIE,

Contenant des Avis particuliers sur les Expériences des dix premieres Leçons.

LES instructions que j'ai à donner dans ce Volume & dans celui qui suivra, rouleront principalement sur la construction des Instruments propres à chaque Expérience, & sur la maniere de s'en servir : mon premier dessein étoit de mettre d'abord sous les yeux du Lecteur le portrait ou l'ensemble de la Machine dont j'aurois

à parler, & d'y joindre ensuite par des figures de détail, les développements qu'il seroit nécessaire de faire connoître pour guider l'Artiste, ou la personne qui le feroit travailler; mais j'ai bientôt compris que cela augmenteroit trop le nombre des Planches & le prix de l'Ouvrage. J'ai pris le parti de m'en tenir au nécessaire, & de renvoyer aux Planches des *Leçons de Physique* pour les Figures que je pourrois me dispenser de répéter dans ces deux volumes: cela m'a paru d'autant plus convenable, que ce nouvel Ouvrage est comme le supplément du premier; qu'il est à présumer qu'on n'aura pas l'un sans l'autre, & que c'est moins un Livre à lire de suite, qu'un répertoire à consulter dans le besoin.

J'avertis donc que les Planches & les figures citées en marge dans ces deux derniers Volumes, sont celles qui sont gravées dans mes *Leçons de Physique Expérimentale*, & qu'il faut se les mettre sous les yeux conjointement avec celles qu'on trouvera ici dans le texte, pour bien entendre ce que je dirai sur la construction & l'usage de chaque Instrument.

Toutes les piéces d'une même Machine sont dessinées dans leurs proportions : il y en a cependant qui sont si petites, qu'on a été obligé de déroger à cette régle pour les développer plus distinctement; mais il sera aisé de s'en appercevoir, parce que dans l'ensemble elles sont représentées avec leur grandeur proportionnelle ; & quand ces piéces sont astreintes à des mesures précises, j'ai soin de les exprimer dans le discours.

AVIS

Concernant la PREMIERE LEÇON.

Premiere Expérience.

LA piéce de monnoie la plus propre à cette expérience, est celle qui vaut actuellement deux sols en France : c'est du cuivre rouge avec une très-petite quantité d'argent : une piéce de cuivre ou d'argent sans alliage réussiroit aussi, mais il faudroit qu'elle ne fût pas fort épaisse. Il est inutile de tenter cette expérience avec une

I. LEÇON. I. Section. *Pl. I. Fig.* 1.

piéce d'or ; elle réſiſteroit à l'action du ſoufre, & ne s'ouvriroit pas comme les autres métaux dont je viens de parler.

Le ſoufre dont il faut faire uſage ici, n'eſt pas celui qui eſt moulé en canons ou bâtons, & qu'on auroit réduit en poudre ; il vaut mieux employer ce minéral ſublimé & connu ſous le nom de *Fleurs de Soufre.*

Les fils de fer qui doivent ſervir de ſupport à la piéce de métal, doivent être terminés en pointe par une de leurs extrémités, pour être piqués dans du liége, ou ſi l'on veut, implantés ſur la tige même du pied ; mais on aura l'attention de régler leur longueur de maniere qu'entre le bois & la piéce de métal il ne ſe trouve que huit à neuf lignes de diſtance.

Et ſi la portion de ſoufre qu'on a miſe ſur la piéce de monnoie, étoit brûlée & diſſipée avant que le métal ſe fût ouvert, il faudroit y en remettre avec le bout de la lame d'un couteau, ou de quelque autre maniere équivalente.

Seconde Expérience.

On peut par-tout se procurer de la limaille de fer : il faut la choisir la plus nette qu'il sera possible, & en mettre environ le poids d'un demi-gros dans une demie-once d'eau-forte, avec l'attention de faire ce mêlange dans un grand verre, de peur que l'effervescence qui accompagnera la dissolution du métal, ne fasse monter la liqueur par-dessus les bords; car l'eau-forte brûle & tache la plûpart des corps sur lesquels on la répand.

Les feuilles de cuivre dont nous nous servons ordinairement dans cette Expérience, sont de celles qu'on nomme *Clinquant* : quand on n'en a pas, on y peut suppléer en amincissant à coups de marteau quelques petits morceaux de cuivre jaune ou rouge, que l'on divisera ensuite avec des ciseaux, ou autrement : des épingles même de ce métal peuvent servir en cas de besoin.

Pour apprendre comment on précipite le cuivre par le fer, *voyez* To-

me I. pag. 411. *Précipitation d'un Métal par un autre.*

Troisieme Expérience.

Fig. 4. CE qu'il y a d'essentiel dans cette Expérience, c'est de faire bouillir par l'action du feu, une liqueur odorante dans un petit vaisseau, dont l'orifice ne soit guères plus large qu'un trou d'épingle : ainsi à la rigueur on la pourroit faire avec la boule d'un thermométre, à laquelle il ne resteroit qu'un ou deux pouces de son tube, en y faisant entrer quelque liqueur parfumée de lavande, ou de fleur d'orange, ou même du vinaigre fort, & en faisant ensuite bouillir cette liqueur sur quelques charbons bien allumés, dans une chambre close.

Mais si l'on peut être aidé par un Ferblantier, il sera plus agréable & plus commode de poser la boule de verre sur un support composé de trois petites bandes de ferblanc, ou de laiton, aboutissant par en-haut à un cercle de même métal, & soutenant par leur partie inférieure, une platine ronde ou triangulaire, percée à jour d'un

trou rond, pour recevoir une très-petite lampe à esprit-de-vin. Voyez dans la premiere Planche la *Fig.* 1. qui représente l'ensemble. *AB* est le cercle d'en-haut, qui doit être moins large que la boule n'est grosse, afin qu'elle ne passe point au travers; *C*, *D*, *E*, sont les lames qui font les trois montans; chacune d'elles doit avoir trois pouces & demi de longueur, sur une largeur de trois à quatre lignes qui aille un peu en décroissant par en-haut : à l'une d'entre elles on soudera une anse, comme on le voit en *F*.

Au chifre 2, est représentée la platine triangulaire, qui est chantournée dans un cercle de deux pouces & demi de diametre, & dont les angles sont pliés d'équerre, pour s'attacher aux trois montans, à la hauteur d'un pouce sur leur longueur, en allant de bas en-haut.

Le petit vase marqué 3, est ouvert par en-haut pour recevoir le couvercle *G*, qui est un peu concave en-dessus; au milieu est soudé un tuyau gros comme une plume à écrire, qui le traverse & qui excede d'environ

deux lignes de part & d'autre. Ce tuyau est rempli par une meche de fils de coton, qui atteint au fond du vase, où l'on verse de l'esprit-de-vin jusqu'à la hauteur de quatre à cinq lignes. Le tout ensemble forme une lampe qui est reçue dans le trou de la platine triangulaire, & qui s'y repose par une portée *IK*, que le Ferblantier doit pratiquer à quatre lignes au-dessus du fond *H*.

Cette lampe étant allumée, chauffe & fait bouillir en peu de temps la liqueur qui est dans la boule de verre : mais comme la grande chaleur qu'elle rend pourroit désunir toutes ces piéces, si elles n'étoient que soudées à l'étain, il est à propos qu'indépendamment de la soudure, leur assemblage soit assuré par des clous de cuivre rivés.

Il faut que la liqueur qu'on met dans la boule de verre, n'occupe que le tiers ou la moitié tout au plus de sa capacité, de crainte que les premiers bouillons n'engorgent le tube ; car si cela arrivoit, la vapeur dilatée par l'action de la flamme, pourroit faire crever le verre avec éclat.

Cet accident pourroit encore arriver, si le feu attaquoit constamment le verre par un seul endroit, tandis que la liqueur est encore froide, il faut donc agiter un peu la boule de côté & d'autre, jusqu'à ce que la liqueur commence à bouillir.

Malgré ces précautions, si cela arrivoit, on doit s'attendre que la liqueur répandue, si elle est inflammable, sera toute en feu ; mais il ne faut pas s'en effrayer : le premier linge qu'on trouvera sous sa main, & qu'on étendra *dessus* en appuyant un peu, étouffera l'incendie. On n'aura jamais rien de semblable à craindre, si l'on peut, au lieu d'une boule de verre, s'en procurer une de métal ; mais il faut être à portée d'un habile Chaudronnier pour l'avoir en cuivre, ou la faire faire en argent par un Orfévre qui l'entende : de quelque métal qu'on la fasse, il suffira qu'elle ait un pouce & demi de diametre ; mais il est important qu'elle soit mince dans toute son étendue, & il convient que le col large d'environ trois lignes à son origine, aille en diminuant jusqu'à la pointe, comme on le voit au chiffre 4.

Si par disette d'ouvriers, ou autrement, on est obligé de s'en tenir au verre, on pourra se pourvoir contre sa fragilité en faisant provision de plusieurs boules figurées comme celles qu'on feroit faire en métal, soit en les tirant des villes où il y a des Emailleurs, soit en profitant des courses que les Faiseurs de barométres font fréquemment dans les provinces, ou bien en les soufflant soi-même au feu de lampe, comme je l'ai enseigné *Tome I. page* 211.

Si l'on peut avoir ces petits éolypiles ou cassolettes en métal, la queue pourra se monter à vis, à peu de distance de la boule, comme en *L*, ce qui donnera la facilité d'y introduire la liqueur odorante avec un petit entonnoir : si on est obligé de les avoir en verre soufflé, on les chargera de la maniere suivante.

Mettez dans un petit verre à boire la quantité de liqueur qui doit entrer dans l'éolipile ; chauffez un peu la boule de cet instrument sur la flamme de la lampe à esprit-de-vin, & plongez aussi-tôt le bec dans la liqueur, afin qu'il en entre seulement quelques

gouttes ; chauffez une ſeconde fois la boule, juſqu'à ce que vous voyiez bouillir le peu de liqueur qui y eſt entré ; plongez ſur le champ le bec au fond du verre, & vous verrez bientôt toute la liqueur qu'il contient monter précipitamment dans la boule.

L'expérience étant faite, il ne faut pas laiſſer dans l'éolypile le reſte de la liqueur, qui a perdu ce qu'elle avoit de plus volatil & de plus odorant ; on le fera ſortir en tournant la boule de maniere que le col ſe trouve en-bas, & le bec recourbé en enhaut ; car alors le feu de la lampe continuant d'agir, la vapeur dilatée preſſera la liqueur qui eſt au-deſſous de s'élancer au-dehors, & l'on en fera ſi l'on veut un jet de flamme, en tenant une bougie allumée près de l'orifice.

J'ai fait modeler il y a une douzaine d'années, & couler en cuivre un petit vaſe repréſenté par la *Fig.* 2. Quand il eſt ſorti de la fonte, on y ajuſte & l'on y ſoude à ſoudure forte deux feuilles de refend *MN*, qui couvrent chacune une lame d'acier faiſant reſſort, au bout de laquelle

eſt attachée une roſette, qui eſt de cuivre comme la feuille, & qui ne la ſurpaſſe que d'une ligne au plus; les deux roſettes *O*, *P*, creuſes d'un côté, & ſe regardant par leur concavité, embraſſent la boule de l'éolypile ſoit de verre, ſoit de métal, & la contiennent, en lui laiſſant la liberté de tourner en tout ſens, & d'incliner ſon bec plus ou moins.

Le fond du vaſe contient de l'eſprit-de-vin, & le couvercle eſt percé d'un trou rond au milieu, pour recevoir un porte-meche repréſenté par la lettre Q. Il eſt auſſi un peu concave en-deſſus, pour retenir l'eſprit-de-vin qu'on pourroit y répandre, & pour l'empêcher de couler ſur le dehors du vaſe.

Ce petit inſtrument bien réparé & mis en couleur d'or, ou ſi l'on veut, doré d'or moulu, eſt fort agréable à voir, & peut ſervir à répandre des odeurs dans les appartemens de ceux qui les aiment: on peut s'adreſſer, pour en avoir, au ſieur *Godille*, Maître Fondeur, à qui j'ai laiſſé le modele: il demeure actuellement rue Mazarine au Jeu-de-Paume de Maſſon.

Quatrieme Expérience.

On placera d'abord au fond du vase la quantité de carmin qu'on veut employer ; on le délayera dans quelques gouttes d'eau avec le bout du doigt : on ajoutera un peu d'eau pour l'étendre davantage & enlever ce qui s'est attaché au doigt ; & enfin l'on emplira le vase avec de l'eau bien claire.

Pour faire mieux sentir la couleur que cette grande masse d'eau a contractée par le mêlange d'une si petite quantité de carmin, il seroit bon d'avoir un second vase pareil au premier, & rempli comme lui d'une eau semblable à celle qu'on y a versée : en regardant la lumiere du jour au travers de ces deux eaux, on en appercevroit mieux la différence.

Premiere Expérience.

I. LEÇON. II. Section. *Pl. II. Fig.* 6

Ayant à parler des microscopes, de leur construction, de leurs usages, dans les Avis sur la dix-septieme Leçon, je ne m'arrêterai point à décrire ici celui dont je me sers dans les Expériences qui appartiennent à cette Section. Je remarquerai seule-

ment que quand on eſt obligé de ſatisfaire en peu de temps la curioſité d'un grand nombre de perſonnes, il eſt commode d'avoir un porte-objets, ſur lequel on en ait pluſieurs tout préparés, & qui ſe préſentent ſucceſſivement au foyer de la lentille objective. On peut ſatisfaire à ces conditions de différentes manieres; en voici une qui me réuſſit aſſez bien.

ABD, *Fig.* 3. eſt un demi-cercle taillé dans une tablette de quelque matiere ſolide, & qui a une bonne ligne d'épaiſſeur; ordinairement je fais cette piéce en yvoire, afin qu'elle ſoit plus légere que du métal, & qu'elle ſoit moins ſujette à ſe ſalir; au défaut d'yvoire on peut prendre du buis. Entre la demi-circonférence *ADB*, & l'arc concentrique *a db*, je perce à jour des trous ronds de trois lignes & demie de diametre, à quatre lignes de diſtance les uns des autres, & ſur le bord de chacun de ces trous je pratique en-deſſous une feuillure, pour recevoir un petit verre mince, ou une feuille de talk arondie, que j'y attache avec un peu de colle de poiſſon. Au centre *C* je fixe une petite broche de métal bien ronde,

qui passe en-dessous, de la longueur de cinq à six lignes, & qui entre juste dans un petit canon qui traverse le bord de la tablette supérieure du microscope, & à telle distance du centre de cette tablette, que la piéce *A D B* venant à tourner, le milieu de chaque petit verre passe à son tour sous la lentille objective du microscope. Par ce moyen, tous les objets que j'ai placés sur les verres, tournant dans le même plan, dès que le microscope est ajusté pour le premier, il l'est de même pour tous les autres qui viennent après.

Cela suppose pourtant que la lentille objective ne sera point de celles qui grossissent le plus ; car elles exigent tant de précision dans leur distance à l'objet, que la plus petite différence nuiroit considérablement à leur effet ; mais dans les expériences dont il s'agit ici, il est plus avantageux de voir bien clairement que de voir bien gros ; & l'on doit préférer une lentille de moyenne force à toute autre.

Il y a deux façons de voir au microscope les corps qui ont de l'opa-

cité ou une transparence imparfaite, comme les grains de sable, les cheveux, &c. 1°. En les éclairant en-dessous par le moyen d'un petit miroir mobile, qui s'incline plus ou moins pour jetter de bas en-haut la lumiere qu'il reçoit du jour, ou d'une bougie allumée ; alors on ne voit que la figure ou les contours de l'objet. 2°. En supprimant le service du miroir, l'objet est éclairé par-dessus, & l'on distingue sa couleur & l'état de sa surface. Il convient de voir les grains de sable de l'une & de l'autre façon.

Seconde Expérience.

POUR préparer les petits crystaux salins qu'on veut voir au microscope, il faut faire fondre les sels dans de l'eau bien pure, & dans des petits verres bien rincés, couverts d'une carte à jouer ou de quelque chose équivalente : il faut donner le temps à la dissolution de déposer les saletés que le sel pourroit avoir porté avec soi, & sans remuer le vase, on en prendra avec le bout d'un curedent ou d'une allumette taillée en pointe, une goutte que l'on déposera sur un verre bien net,

net, & qu'on fera évaporer lentement, dans un endroit où il n'y ait point de poussiere en l'air.

Si l'on veut voir les aiguilles du nitre, on fera fondre un peu de ce sel & évaporer sa dissolution, comme je viens de le dire; mais il faudra prendre pour cela du nitre pur, c'est-à-dire, du salpêtre de la troisieme cuite, ou celui des Indes; car sans cela, les aiguilles seroient mêlées avec des petits cubes; le salpêtre contenant beaucoup de sel marin avant que d'être purifié.

Troisieme Expérience.

TOUS les végétaux qui ont encore de la verdeur, étant macérés dans l'eau froide, ne manquent guères de faire venir des petits insectes au bout de quelques jours; mais j'ai remarqué que certaines fleurs, comme les oeillets, produisent encore mieux cet effet: dès qu'on apperçoit une petite pellicule à la surface de l'eau, on est presque sûr qu'il y a des animaux.

On ne réussit pas toujours à faire venir des anguilles dans le vinaigre; il en vient rarement dans l'hiver, c'est plutôt dans les saisons où il fait chaud;

il faut pour cela exposer du vinaigre commun à l'air libre, dans une bouteille qui ne soit pas bouchée.

On obtient aussi de pareils insectes dans de la colle de farine aigrie, & entretenue liquide avec un peu d'eau; ils sont beaucoup moins vifs que ceux du vinaigre.

Les liqueurs qu'on examine au microscope, y doivent être mises en très-petite quantité; c'est assez d'une goutte prise avec la pointe d'un curedent, & l'on doit toujours les éclairer par dessous pour les voir en transparence.

Premiere Expérience.

I. LEÇON. III. Section. *Pl. IV. Fig.* 14.

IL est presque inutile de dire qu'on peut faire cette expérience avec tout autre vaisseau que celui dont je me sers pour contenir l'eau, ainsi que celui que j'y plonge; l'un & l'autre peuvent être remplacés par un grand & par un petit récipient de machine pneumatique, dont un Cabinet de Physique est toujours pourvu; en cas de besoin on plongeroit un verre à boire dans un seau de table rempli d'eau.

Si l'on n'eſt point à portée de ſe procurer en étain ou en verre cette eſpece de pompe ou de chalumeau renflé, dont j'ai fait mention à l'occaſion de cette premiere expérience; il eſt aiſé de voir par la figure que j'en ai donnée, combien il eſt poſſible de la faire exécuter par un Ferblantier, en lui recommandant de ſouder un pouce au-deſſous de l'orifice ſupérieur, un anneau ou cercle plat *R*, *Fig*. 4. pour ſoutenir les deux doigts qui embraſſent le tuyau, tandis qu'on le tient bouché avec le pouce. Et au défaut de tout cela, une phiole, ou une bouteille dont le fond ſeroit percé d'un petit trou (*a*), produiroit le même effet. *Pl. IV. Fig 15.*

J'ai parlé au même endroit, mais fort rapidement de la *Cloche du Plongeur* : c'eſt une machine qu'on a imaginée pour faire deſcendre un homme fort avant dans la mer, & le mettre en état d'y reſter un certain temps, & d'y repêcher des effets perdus, ſans riſquer de ſe noyer. Cette invention dont l'objet eſt important, a exercé

(*a*) Voyez Tome I, *page* 197. comment on perce le verre.

le génie & l'industrie de plusieurs Sçavans qui ont tâché de la perfectionner, & quoiqu'elle ait encore des défauts essentiels, & peut-être irrémédiables, elle mérite cependant d'être connue & d'être placée en modele dans le cabinet d'un Physicien.

Cette cloche est un grand vaisseau arrondi, plus large par le bas qui est ouvert, que par le haut qui est fermé, construit comme une cuve avec de fortes douves, garni de plusieurs cercles de fer, afin de résister à la plus forte pression de l'eau dans le temps de son immersion, & dont le bord est chargé tout autour de plusieurs masses de plomb ou de fer fondu, de sorte qu'il puisse aller à fond, lorsqu'on lâche la corde à laquelle il est attaché : cette corde passant sur une forte poulie attachée au haut d'un bâti de charpente qui est établi sur deux bateaux plats, aboutit à un treuil ; & le tout ensemble flottant sur l'eau, peut être mené par des rameurs à l'endroit où le plongeur a affaire.

J'ai fait de cet appareil un modele qui n'occupe guères qu'un pied en

quarré, ſur neuf à dix pouces de hauteur, & dont je vais donner la deſcription pour ceux qui voudront l'imiter.

Je repréſente la cloche qui eſt la principale piece, avec un grand verre à boire, le plus épais que j'ai pu trouver, & le plus uni. J'en ai coupé la patte & une grande partie de la tige, pour y attacher une boucle ou anneau de laiton ; & j'ai garni le bord, d'un cercle de plomb laminé qui tient avec de la cire molle, & au bas duquel j'ai *ſuſpendu* des balles de mouſquet, *Fig.* 5. Je repréſente la cloche avec du verre, afin qu'à l'aide de ſa tranſparence on voie un petit homme d'émail ou de cire, qui eſt aſſis dedans, ſur une traverſe attachée au cercle de plomb ; & qu'on voie comment l'air dans lequel il eſt, empêche l'eau d'arriver juſqu'à lui, quand la cloche eſt entiérement plongée.

A, *A*, *Fig.* 6, ſont deux morceaux de bois, que j'ai fait tailler & creuſer en forme de bateaux plats : deux petites planches, dont le pourtour repréſenteroit les bords d'un bateau, ſeroient tout auſſi bonnes. *BB*, *CC*, ſont

deux pieces de bois de 8 lignes de large, 6 d'épaiſſeur, aſſemblées parallélement entre elles avec quatre traverſes *D*,*d*, *E*, *e*, de même largeur & épaiſſeur que les piéces précédentes. Sur les mortaiſes *f*, *f*, *f*, *f*, s'élevent quatre montans, G, g, G, g, *Fig.* 7. de 6 lignes d'équarriſſage & de 6 pouces de hauteur, arcboutés par en-bas & retenus en-haut par quatre traverſes. Sur les deux plus grandes & au milieu de leur longueur, s'élevent deux piliers de 3 pouces de hauteur, & bien ſoutenus des deux côtés, qui portent une piéce de 8 lignes de largeur, ſur 4 d'épaiſſeur, & poſée de champ.

Au milieu de la longueur de cette derniere traverſe eſt attachée une poulie de métal, ſur laquelle paſſe la corde de la cloche, pour ſe rendre à un treuil, auquel elle eſt attachée, & qui ſert à faire monter & deſcendre la cloche.

Pour faire voir le jeu de cette machine, il faut la poſer ſur un grand vaſe de verre rempli d'eau claire, & lâcher la corde doucement, afin que la cloche deſcende bien perpendicu-

Tome II. Pl. 1.

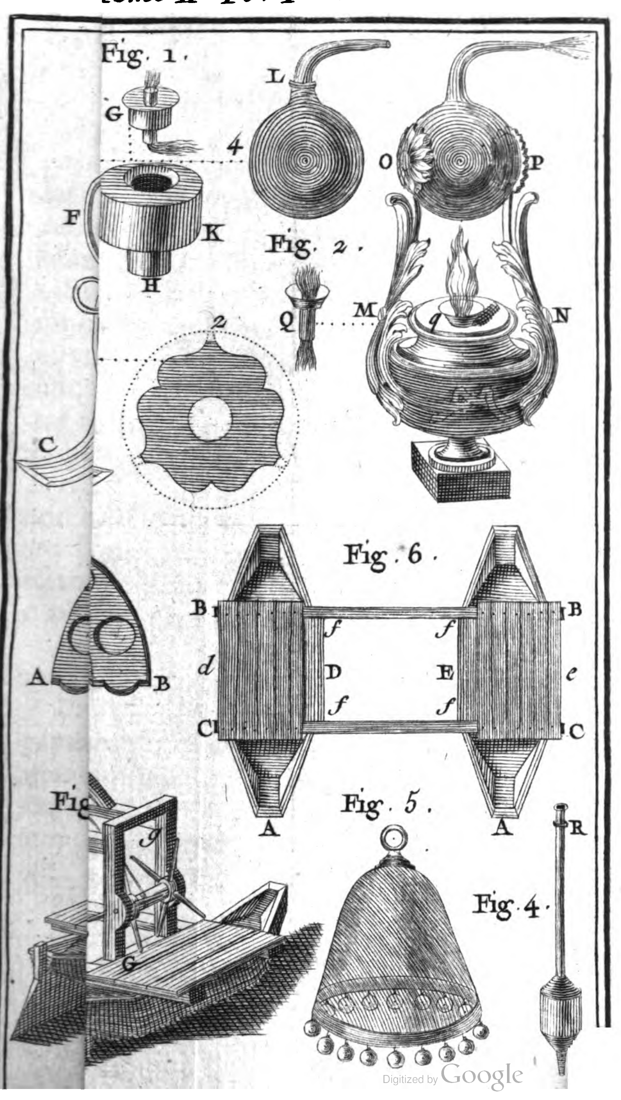


Fig. 1.
G
4
L
O
P
F
K
Fig. 2.
H
2
Q
M
q
N
C
Fig. 6.
B
B
f
f
d
D
E
e
A
B
f
f
C
C
Fig
A
A
Fig. 5.
R
g
Fig. 4.
G

lairement à la surface de l'eau ; ce n'est qu'à cette condition que le petit homme ne sera pas mouillé.

Seconde Expérience.

Il y a trois parties à distinguer dans la Fontaine *intermittente*; sçavoir, la tête, la tige & le bassin. Ordinairement on fait ces trois parties de fer blanc, ou de laiton plané ; mais autant qu'il est possible, il faut faire les machines de Physique transparentes, quand il se passe au dedans quelque effet qu'il importe de faire connoître : je préfere donc pour la tête de celle-ci, un globe de verre à deux goulots *A*, *Pl. II. Fig.* 1. si l'on est à portée d'en avoir ; si non, un matras *B* de 5 pouces & demi ou environ de diametre, dont le col soit gros à pouvoir y faire entrer le doigt d'un homme aisément, & réduit à un pouce & demi de longueur. *Pl. IV. Fig.* 16.

La tige *CD* est composée de deux tuyaux, l'un sur l'autre, & de longueurs inégales : celui du dedans *E F*, qui est le plus long, doi être de laiton, de 3 lignes de diametre inté-

rieur, ouvert par les deux bouts, & un peu évasé par celui d'en-bas.

Le tuyau extérieur a trois parties. La premiere *GD* est cylindrique; son diametre a un pouce ou un peu plus; il est fermé en-bas par un fond un peu embouti, qui a sa convexité en-dehors, & percé au milieu, d'un trou rond, au bord duquel seront soudés ceux du petit tuyau.

La seconde partie *H*, est une boule applatie, formée de deux piéces rondes, embouties en calotes, & soudées l'une à l'autre par leurs bords. Celle d'en-bas est soudée au tuyau *GD*, & elle est percée de sept trous, sçavoir, un au milieu, par où passe le petit tuyau, & où il est soudé : les six autres également espacés entre eux autour du premier, doivent se voir tout entiers par-dehors, autour du gros tuyau *GD*. A ces six derniers trous doivent être soudés autant d'ajutages, dont les orifices n'aient qu'une demi-ligne de diametre.

Toutes ces soudures doivent être faites avant qu'on joigne les deux calotes ensemble, & qu'on ait arrêté le

petit

petit tuyau par en-bas au fond du gros. On fera bien de les éprouver en versant de l'eau dans la calote ; elle ne doit couler par aucun autre endroit que par les ajutages, & les jets doivent être dirigés de maniere qu'arrivant au point *I*, ils ne soient pas écartés du tuyau de plus de 4 pouces. Si cela est ainsi, & qu'il ne coule point d'eau par le tuyau *GD*, on achevera de souder le petit tuyau par en-bas, & l'on joindra la seconde calote à la premiere, après l'avoir percée au milieu de la grosseur du tuyau *GD*, pour recevoir la troisieme partie de la tige.

Cette troisieme partie *C*, n'est qu'un bout de tuyau d'un pouce & demi de longueur, & ouvert par les deux côtés. D'une part il communique avec la boule creuse *H*, à laquelle il est soudé ; de l'autre part il est évasé, & découpé en festons ou en feuilles de persil, pour recevoir le goulot du globe de verre qui fait la tête de la fontaine, & que l'on y attache avec du mastic doux, ayant soin auparavant de régler la longueur du petit tuyau de maniere qu'il n'atteigne pas tout-à-fait au haut du globe.

Si ce globe a deux goulots, on bouchera exactement celui d'en-haut avec du liége & du mastic, (car il est important que l'air n'entre point par-là) & on le couvrira d'une douille *K* terminée en pointe, autour de laquelle le Ferblantier fera quelques ornemens; mais il aura soin qu'ils n'excedent pas la pointe, parce que c'est sur cette partie que l'on pose la fontaine, quand on la renverse pour y mettre de l'eau: si cette tête est faite avec la boule d'un matras, & qu'il n'y ait point là de partie saillante pour recevoir la douille, on l'y attachera avec du mastic, après avoir pris la précaution de dépolir le verre, en frottant l'endroit avec du sablon mouillé & une molette de plomb un peu concave.

Quand on fait la tête de la fontaine en ferblanc ou en laiton, on peut supprimer la boule creuse *H*, en mettant les ajutages comme *L*, *l*, &c. mais alors il faut que le petit tuyau soit joint au gros, en-haut comme il l'est en-bas, afin que l'eau ne puisse pas couler entre eux deux.

Le bassin *MN* est rond, (il pour-

roit être de toute aure forme); il doit avoir 9 à 10 pouces de diametre, avec un bord d'un pouce de hauteur. Le fond est un peu concave pour déterminer l'eau qu'il reçoit à se porter vers le centre, où il y a un trou de 3 lignes de diametre ou environ.

Autour de ce trou est soudée une forte douille *O*, affermie par trois consoles, & propre à recevoir le bout *D* de la tige, qui ne descend qu'à une ligne près du fond, à cause d'un anneau soudé en *p* pour l'empêcher d'aller plus loin.

La douille est ouverte sur son pourtour par trois échancrures, afin que l'eau puisse arriver librement au centre du bassin, & de-là passer par le trou dans une cuvette *Qq*, sur laquelle le bassin est arrêté, & qu'on peut vuider aisément après chaque expérience, en ôtant le bouchon *r*.

Comme cette cuvette doit recevoir toute l'eau qui vient de la tête de la fontaine, il faut proportionner sa capacité à cet effet, incliner son fond vers le centre, afin qu'elle se vuide plus facilement & complettement, enfin la faire porter sur trois

petits pieds, qui l'élevent assez pour empêcher le bouchon *r* de toucher le plan sur lequel on voudra la poser.

Voilà toute la construction de la fontaine, il s'agit maintenant de la rendre *intermittente*. Cet effet aura lieu, si la tête fournit dans un temps donné, plus d'eau qu'il n'en peut passer du bassin dans la cuvette; car celle qui ne pourra passer, s'amassant dans le bassin, noyera le bout *D* du petit tuyau, & suspendra à coup sûr l'écoulement qui devroit se faire par les ajutages. Tout le secret consiste donc à agrandir peu-à-peu les orifices de ces ajutages, jusqu'à ce qu'ils fournissent une quantité d'eau suffisante pour noyer le bout du tuyau pendant 3 ou 4 secondes de temps, ou davantage si l'on veut; & cela est aisé à faire, car comme ils sont formés en pointes; on peut avec une lime douce les tronquer de plus en plus, jusqu'à ce qu'ils produisent l'effet qu'on désire.

Si les bords de la cuvette étoient exactement soudés au fond du bassin, l'eau auroit peine à y entrer. On évitera cet inconvénient en pratiquant

vers le haut quelque petit trou comme *t*, ou par dedans le bassin un petit canal comme *N*, par lequel l'air intérieur puisse s'échapper, à mesure que l'eau se présente pour remplir sa place.

Il peut arriver encore que le bout *D* de la tige étant trop près du fond du bassin, les intermittences en deviennent trop longues ; on y remédiera aisément, en faisant glisser un second anneau sous celui qui est arrêté en *p*.

On fera très-bien de couvrir tout le métal de cette machine, d'une peinture à l'huile, pour le préserver de la rouille ; ou de plusieurs couches de vernis (*a*), dans lequel on aura détrempé quelque couleur qui ait du corps. Si l'on veut de l'ornement, on pourra la faire passer par les mains d'un Vernisseur qui la peindra par compartiment, & qui en rehaussera certaines parties avec de l'or ou de l'argent ; tout cela se peut faire à peu de frais. Un Amateur qui aura du loisir & de l'adresse, la rocaillera avec de petites coquilles de mer & du mas-

(*a*) Voyez sur les Vernis leur choix & leurs usages, &c. *Tom. I. seconde Part. chap.* 3.

tic, en imitant celle qui est gravée dans le premier Tome de mes Leçons de Physique, *I. Leçon*, *Pl. IV*.

Pour faire l'expérience de la Fontaine intermittente, vous la renverserez tenant la tige en-haut & la tête appuyée sur une table; vous verserez de l'eau claire par l'orifice *D*, & vous remplirez ainsi la tête jusqu'aux deux tiers de sa capacité, ou à peu-près. Ensuite vous redresserez la fontaine, ayant le doigt sur le bout du petit tuyau en *D*, pour empêcher l'écoulement qui sans cela se feroit par les ajutages, & vous placerez le bout de la tige dans la douille du bassin.

Si la tête est de verre, vous serez averti de l'instant où l'écoulement doit recommencer après une intermittence, par quelques gouttes d'eau que l'air chassera devant lui en montant dans le petit tuyau; & si la cuvette ne peut donner issue à son air que par un petit trou comme *t*, ou par un petit canal *N*, en tenant le doigt dessus, vous ferez durer l'intermittence de l'écoulement, comme vous la ferez cesser en l'ôtant; en usant mystérieusement de ces moyens, certai-

nes gens commandent à coup sûr les différens effets de la fontaine ; c'est ce qui lui a fait donner aussi le nom de Fontaine *de commandement*, qui convient mieux à la Foire qu'en Physique.

AVIS

Concernant la SECONDE LEÇON.

Premiere Expérience.

II. LEÇON. I. Section. *Pl. I. Fig.* 1.

POUR ce qui concerne la Machine pneumatique, sa construction, ses usages, &c. voyez les *Avis* sur la dixieme Leçon ; c'est-là le vrai lieu d'en parler.

Le canon de verre, ou de crystal, qui doit porter le vase de bois, n'est point astreint à des mesures précises ; il suffira qu'il ait 10 à 12 pouces de longueur, sur deux pouces ou environ de diametre par en-haut, un peu plus large par en-bas, afin de n'être pas si sujet à se renverser ; les bords seront dressés comme ceux d'un récipient ; & s'il peut être fait exprès

à la Verrerie, je conseille de lui donner la forme exprimée par *C,Pl.II.F.1.*

On fera faire le vase par un Tourneur avec un morceau de bois de chêne de quartier, qui ait eu le temps de sécher, qui ne soit point gras & qui n'ait point de noeud : le hêtre & le noyer bien choisi pourroient servir de même. Le bois sera creusé selon son fil ; d'un côté, pour recevoir le colet du verre auquel il doit se joindre ; & de l'autre, plus profondément pour former le vase : & entre ces deux cavités on réservera un fond d'une bonne ligne d'épaisseur, comme on le peut voir par la coupe diamétrale qui est représentée en *A*.

Ce vase *B* se joindra au colet du verre *C* avec de la cire molle ; & l'on aura l'attention de chauffer un peu les piéces & d'appuyer la cire avec le bout du doigt, ou avec la lame d'un couteau, de maniere qu'il ne reste à cette jonction, aucun endroit par où l'air puisse s'insinuer.

Il est très-à-propos de couvrir le bois, tant par-dedans que par-dehors, de plusieurs couches de couleur détrempée avec du vernis, à la réserve

cependant de la partie qui fait le fond du vaſe ; il eſt abſolument néceſſaire qu'elle reſte découverte deſſus & deſſous, & que rien n'empâte l'embouchure de ſes pores.

Quand on a fait l'expérience avec de l'eau, il arrive quelquefois que le bois s'entr'ouvre en ſe ſéchant, ce qui met le vaſe hors de ſervice ; il eſt bon d'en avoir pluſieurs ſur la même meſure, afin d'en changer au beſoin: c'eſt pour faciliter cette opération, que je conſeille de n'y joindre le verre qu'avec de la cire molle, plutôt qu'avec un maſtic dur qui ſeroit plus difficile à enlever.

Si l'on n'avoit pas la commodité de ſe procurer un verre, tel que celui dont je donne ici la figure, on y pourroit ſuppléer en joignant enſemble deux récipients étroits, l'un plus long que l'autre, comme on le peut voir par *D*, *E*, & en aſſujettiſſant leurs goulots l'un ſur l'autre avec une virole de fer blanc & du maſtic doux ou de la cire molle : on y ajouteroit le vaſe de bois, comme je l'ai dit cideſſus.

Au lieu d'eau, dans cette expérience

on peut employer du mercure, & alors on ne risquera pas de faire fendre le bois. Mais il faudra empêcher qu'il n'en tombe dans le canal du robinet de la machine pneumatique. Je dirai tout-à-l'heure ce qu'il y a à faire pour cet effet.

Seconde Expérience.

II. LEÇON. I. Section. *Pl. I. Fig.* 2.

ON peut faire cette expérience d'une maniere fort simple, en faisant un nouet de mercure avec un morceau de peau de chamois, & en le pressant entre les doigts, dans quelque vaisseau de verre, de porcelaine ou de fayence, & non de métal. Ce minéral, en se criblant ainsi à travers les pores de la peau, se purifie des saletés qu'il pourroit avoir contractées; mais le chamois qu'on a employé à cet usage, en retient toujours quelques parcelles, & pour cette raison, il faut bien se garder de s'en servir pour frotter aucun bijou d'or ou d'argent.

Si l'on veut mettre plus d'appareil dans cette expérience, on pourra prendre deux récipients assemblés comme *DE*, & au lieu d'un vase de

bois, y attacher un couvercle de fer-blanc, ou de cuivre, dont le fond soit percé d'un trou rond de 14 à 15 lignes de diametre, & surmonté d'une virole de deux lignes plus large que le trou autour duquel elle sera soudée; *F*, représente la coupe diamétrale de cette piéce.

La virole recevra un flacon de crystal *G*, dont on aura supprimé le fond, soit en le coupant, soit en l'usant; & en place duquel on aura mis un morceau da peau de chamois arrondi, & collé par ses bords au corps du flacon par-dehors. Ce flacon ainsi préparé, sera placé dans la virole, & attaché avec de la cire molle, de maniere que l'air extérieur ne puisse point entrer par-là dans le canon de verre, & il ne pourra point passer outre, parce que le trou qu'on a fait au fond du couvercle, étant moins large que la virole, lui procure un petit bord circulaire sur lequel il s'arrêtera.

Si l'on a employé du fer-blanc, il faudra nécessairement le peindre par-dehors & par-dedans avec une couleur détrempée au vernis, pour em-

pêcher que le mercure ne s'attache à l'étain dont le fer est enduit.

Et pour empêcher que le mercure n'entre dans la pompe, en tombant du flacon sur la platine de la machine pneumatique, on aura soin de couvrir le bout du canal du robinet avec un opercule de bois *H*, tourné en forme de champignon, dont la tige soit creuse, pour entrer un peu juste & en tournant sur le bout du canal qui est une vis; & elle est percée de plusieurs petits trous sous le chapeau *h*, pour donner à l'air du récipient la liberté de se rendre à la pompe.

Troisieme Expérience.

II. Leçon. I. Section. *Pl. I. Fig. 3.*

POUR cette expérience on préférera les œufs vieux à ceux qui sont frais, parce que ceux-ci n'ayant point encore eu le temps de rien perdre par l'évaporation, contiennent moins d'air que les premiers. Cependant les œufs à force de vieillir & de perdre de leur substance, deviennent assez légers pour surnager dans l'eau; ils ne sont plus propres à l'expérience dont il s'agit ici; car il faut que l'œuf soit entiérement plongé dans de l'eau claire, afin qu'on apperçoive distinc-

tement l'air qui en ſort ; & pour cette même raiſon, il faut choiſir un gobelet qui ſoit un peu profond.

Comme il y a une vis ſaillante au milieu de la platine de la machine pneumatique, pour placer le gobelet plus commodément, on mettra deſſous une rondelle de bois *I*, *Fig. 3*, percée au centre, & dont l'épaiſſeur égale la hauteur de la vis qui excede le plan de la platine.

Ceux qui auront la curioſité de vernir des œufs pour les garder longtemps *frais*, feront recueillir ceux des poules qui auront vécu ſéparées des coqs ; & le jour même qu'ils auront été pondus, ils ſeront préparés de la maniere ſuivante.

Prenez pour chaque œuf un fil plié en deux, attachez les deux bouts réunis avec un peu de cire d'Eſpagne ſur un des bouts de l'œuf, & ſuſpendez-le à un clou d'épingle, comme il eſt repréſenté en *K* ; on en peut attacher ainſi une centaine de ſuite, & même davantage ; ayez du vernis dans un verre à boire dont le fond ſoit un peu large, & tandis que l'œuf y eſt en partie plongé, paſſez du ver-

nis sur le reste avec un pinceau de poil doux : un quart-d'heure après, vous pourrez, en procédant de même, donner une seconde couche, & cela suffira.

Il ne faut point, pour cette opération, un vernis fort recherché ; un peu de cire d'Espagne pulvérisée & fondue dans de l'esprit-de-vin légérement chauffé, ou même froid, en donnera un qui sera suffisant ; & il aura assez de corps, si dans quatre parties d'esprit-de-vin vous en mettez une de cire d'Espagne : on réussiroit presque aussi sûrement en frottant seulement les œufs avec une huile sécative, comme celle de noix, &c. Des œufs traités ainsi pourront se manger très-bons au bout de six mois.

Quatrieme Expérience.

II. LEÇON. I. Section. Pl. II. Fig. 4.

JE ne donnerai point ici la composition des *Encres de sympathie*, vous la trouvez dans la seconde Partie de cet Ouvrage, *Tome I. page* 423. *& s.* Je dirai seulement, qu'il faut tracer les caractères avec une plume un peu grosse & neuve, ou qui ait été nouvellement lavée dans de l'eau claire,

& que si l'on met 400 ou 500 feuillets entre l'écriture invisible & la liqueur qui doit la rendre lisible, il faudra attendre plus d'une demi-heure l'effet de ces encres, à moins qu'elles ne soient bien nouvelles.

On fera voir que ces deux liqueurs qu'on nomme *Encres de sympathie*, sont de nature à produire une couleur opaque & brune par leur mélange, si l'on met un peu de celle avec laquelle on écrit, dans un petit verre, & qu'on jette par-dessus, quelques gouttes de celle avec laquelle on fait paroître l'écriture ; car ce mélange paroîtra aussi-tôt sous la forme d'une liqueur épaisse & presque noire.

A la suite des quatre dernieres expériences, pour faire voir qu'il doit y avoir une certaine proportion ou analogie entre les pores d'un corps dissoluble, & les parties de son dissolvant, on doit se munir d'une petite planche de cuivre rouge, planée & polie, comme on les prépare pour les Graveurs ; on la fera chauffer sur un feu de charbons, & on la frottera légérement avec le vernis des Graveurs, dont j'ai donné la composition,

Tome I. page 458. on l'en frottera, dis-je, jusqu'à ce qu'il y en ait une couche très-mince & très-égale ; quand elle sera un peu refroidie, on présentera le côté enduit au-dessus d'un flambeau allumé de cire jaune mêlé de poix-résine, afin qu'il se noircisse par la fumée ; après quoi on y dessinera ce qu'on jugera à propos, avec la pointe d'une grosse aiguille à coudre, qui découvrira le cuivre partout où elle passera ; & l'on finira par entourer cette planche d'un rebord de cire molle, élevé de 7 à 8 lignes.

Cette planche ainsi préparée étant placée de niveau sur une table, on y versera de l'eau seconde, c'est-à-dire, de l'eau-forte affoiblie avec moitié d'eau commune, jusqu'à l'épaisseur de 3 à 4 lignes. Alors on observera fort aisément que la liqueur travaille sur le métal par-tout où il a été découvert par la pointe, tandis que le reste qui est enduit de vernis demeure intact.

Vous prouverez encore la nécessité d'assortir à la porosité des corps la nature des liquides qu'on voudroit y introduire, en peignant sur une tablette

tablette de marbre blanc: car les couleurs s'avanceront dans ſon épaiſſeur, ſi elles ſont détrempées dans une matiere graſſe, & que la piéce ſoit un peu chauffée; au lieu que délayées dans l'eau, elles n'y entreront ni à chaud ni à froid. J'ai vu faire ſur des marbres blancs, d'aſſez jolis ouvrages avec des cires diverſement colorées & formées en crayon, ou bien avec des couleurs étendues dans l'huile de thérébentine: mais ces couleurs ſont ſujettes à s'étendre, on a de la peine à les contenir dans des traits d'une certaine fineſſe: c'eſt un art à étudier, quand on veut le pratiquer.

La compoſition des vernis eſt fondée de même ſur le choix qu'il faut faire du diſſolvant propre à telle ou telle eſpèce de gomme ou de réſine, ce qui ſuppoſe des différences conſidérables dans la poroſité de ces matieres durcies; mais je ne m'étendrai point ici ſur cet article, j'en ai parlé ſuffiſamment dans la ſeconde Partie de cet Ouvrage, *Tome I. ch. 3.*

Premiere Expérience.

II. LEÇON. II. Section. *Pl. II. Fig 5.*

LA BOULE creuse employée dans cette expérience, peut-avoir autour de deux pouces & demi de diametre, & il faut que le métal dont elle est faite soit très-mince, afin qu'il soit bien flexible; mais cependant il est essentiel qu'il n'ait aucune gersure, ni aucun trou, si petit qu'il soit. Elle peut être également faite, ou de cuivre, ou d'argent. Si l'on se détermine pour le premier de ces deux métaux, on s'adressera à un habile Chaudronnier qui sçache bien la *Rétreinte*; il la formera presque jusqu'aux trois quarts de sa sphéricité, avec une seule piéce de cuivre rouge, qu'il battra suivant les régles de son art, en la faisant recuire de temps en temps, pour entretenir sa ductilité; & il l'achevera en soudant au bord de l'ouverture qui reste *CD*, *Fig*. 4. une calote *AB* de même métal, qu'on lui fournira.

Cette calote aura au milieu de sa convexité un col *G*, de 4 ou 5 lignes de longueur, & taraudé en-dedans pour recevoir le bouchon à vis *H*, qui pressera entre lui & le bord de

l'orifice, une petite rondelle de cuir gras, afin que l'eau dont la boule sera remplie, ne puisse point refluer par-là, quand elle sera pressée.

Si l'on préfere l'argent au cuivre, c'est à l'Orfévre qu'il faut s'adresser, & il se chargera de tout; mais il faut lui recommander que le métal soit mince, & également mince par-tout, que la vis du bouchon soit bonne, & que son pas ne soit point trop fin.

On emplit cette boule avec de l'eau bien nette & un petit entonnoir de verre ou de métal; & quand elle paroît pleine jusqu'à l'orifice, il faut laisser le temps aux petites bulles d'air cantonnées autour du col intérieurement, de sortir, & il faut les aider à se dégager en frappant de petits coups sur la boule avec le doigt; après quoi l'on y met le bouchon que l'on serre fortement.

Il y a bien des moyens dont on pourroit se servir pour presser fortement cette boule remplie d'eau; un simple levier monté sur une planche, arrêté par un bout avec un mouvement de charniere, comme le couteau du Boulanger, & chargé d'un

poids par l'autre bout, suffiroit pour la comprimer ; & l'on pourroit aisément évaluer cette pression. On la comprimeroit encore autant qu'on voudroit entre les deux mâchoires d'un grand étau, en la plaçant entre deux morceaux de bois un peu concaves, pour empêcher que les angles du fer ne la crevassent. Mais cette expérience se fait d'une maniere plus élégante, par le moyen d'une petite presse dont voici la description.

AB, *Fig.* 5. est une planche de chêne qui a deux pouces d'épaisseur ; elle est chantournée dans un ovale dont le grand diametre est de 20 pouces, & dans son plus large elle en a 11 : en *C* & en *D*, sont fixés avec de la colle & des chevilles, deux pilastres chantournés aussi, qui ont un pouce & demi d'épaisseur & 9 pouces de hauteur entre les deux tenons.

E, *F* sont deux vis de bois de poirier, faites à la filiere, qui ont 9 pouces & demi de longueur chacune & un pouce de diametre. Avant de former le filet, on a chassé dans chaque bout des cylindres, une broche de fil de fer terminée en pointe quarrée,

& qu'on a laiſſée excéder le bois de 4 lignes. On a limé enſuite ces parties excédentes, & l'on en a formé des pivots, ſur leſquels on a centré les bois, en les remettant ſur le tour.

On n'a point fait régner le filet complétement d'un bout à l'autre; on a réſervé vers le haut de chaque vis, une partie cylindrique de deux pouces de longueur, ſur l'extrémité de laquelle on a pris un quarré, pour recevoir une roue de cuivre qui a 48 dents, & qui tourne bien concentriquement avec la vis à laquelle elle eſt jointe.

Ces roues (qui ſont de même nombre) ſont évidées pour être moins peſantes, & leur épaiſſeur au milieu doit être de deux bonnes lignes, afin de pouvoir s'attacher & tenir plus ſolidement au bois. Elles ſont menées par un pignon de fer *G*, qui a 12 aîles, dont le pivot eſt retenu par un *coq* attaché en *H*, & dont la tige, après avoir traverſé fort à l'aiſe le chapiteau, vient paſſer par un trou de juſte groſſeur, qu'on lui a préparé dans une plaque de cuivre *I*, incruſtée dans le bois, & qui l'empêche

de remonter, à cauſe d'un épaulement réſervé en *L*.

K, eſt une piéce de bois de poirier qui a un bon pouce d'épaiſſeur, & dans laquelle ſont taraudés les écrous des deux vis. Il eſt abſolument néceſſaire que cette piéce & les deux roues engrénées avec le pignon, maintiennent les vis bien paralleles entre elles, ſans quoi les mouvemens ſeroient gênés.

M, *N*, ſont deux carrés de cuivre noyés dans le bois en partie, & percés au milieu pour recevoir les pivots des vis par en-bas: il y en a deux ſemblables au-deſſous du chapiteau, pour ceux d'en-haut: & quand on place ces quatre piéces, il faut avoir bien ſoin de régler leur écartement ſuivant celui qu'on a donné aux axes des vis, tant par le rouage que par la piéce *K*.

Tout étant ainſi préparé, on aſſemble le chapiteau avec les pilaſtres, & on l'y retient avec deux chevilles de fer de chaque côté, afin de pouvoir aiſément le démonter en cas de beſoin: on place enſuite la manivelle ſur ſon quarré, & on l'y arrête avec une rondelle de cuivre tournée, &

par-dessus, un écrou formé en bouton qui entre sur la partie excédente de la tige, dont on a fait une vis.

La piéce *K*, qui descend sur la boule & qui la presse, quand on fait agir les vis, doit être creusée en-dessous, de sorte qu'elle s'y applique non par un point, mais par une surface un peu large qui touche une portion de sa convexité : & de même le petit billot *P*, sur lequel est posée la boule, lui présente une concavité accommodée à sa figure, afin qu'elle y soit appuyée sur une plus grande étendue; & pour empêcher aussi qu'elle ne roule & ne tombe quand elle y est placée, & avant qu'on la presse.

Quand la boule a servi une fois à cette expérience, elle a perdu sa figure sphérique; on ne peut la lui rendre qu'en la reportant au Chaudronnier, qui la désoudra, qui la rebattra, & refera de nouveau la soudure; mais quand elle aura été rebattue ainsi une ou deux fois, ce sera bien hasard, si le cuivre n'est point percé ou gersé en quelque endroit.

Il y auroit un moyen de presser l'eau dans la boule, sans déformer le

métal qui la contient, ce ſeroit d'y ſouder, au lieu d une calote, un morceau de cuivre ſolide, long d'un pouce au moins, dans lequel on auroit taraudé l'écrou d'une vis groſſe comme le petit doigt, & qui auroit un quarré en-dehors, par lequel on pût le ſaiſir & le faire tourner avec une clef à deux branches, en aſſujettiſſant la vis dans un étau, ou dans une mortaiſe, par une partie plate, qu'on réſerveroit au bout. Voyez la *Fig.* 4. à la lettre Q.

Mais il faudroit pour cela que la vis fût d'un bout à l'autre d'une groſſeur bien égale, que ſes filets fuſſent très-également eſpacés, & que tout le vuide de l'écrou fût exactement rempli; ce qu'on ne peut pas faire aiſément : cependant un Profeſſeur Allemand avec qui je ſuis en correſpondance, aſſûre qu'il l'a tenté avec ſuccès, en ajoutant aux conditions que je viens d'articuler, la précaution d'enduire la vis & l'écrou, d'une matiere graſſe non fluide, comme le ſuif mêlé avec un peu de cire & d'huile d'olives.

Si l'on veut faire voir que dans l'expérience

l'expérience de la boule comprimée avec la presse, le changement de figure laisse toujours subsister la même capacité; on n'aura qu'à mesurer l'eau devant & après, cela se peut faire commodément avec ces petites mesures de verre que nous appellons *Chalumeaux renflés R*, & que l'on emplit en aspirant avec la bouche; on en peut avoir aisément & à peu de frais, de ces Emailleurs qui portent des barométres dans les rues, & j'ai dit au troisieme Chapitre de la premiere Partie, *Tome I.* comment on peut les faire soi-même.

Seconde Expérience.

POUR se procurer un siphon tel que celui qui est employé dans cette expérience, le mieux seroit de le tirer immédiatement d'une Verrerie, & d'en avoir plus d'un; ce n'est point une grande dépense: si cela ne se peut pas, il faudra se contenter de faire joindre deux tubes de 3 ou 4 pieds de longueur, bout à bout l'un de l'autre au feu de lampe, après quoi on en pliera une partie de 8 pouces, de *Pl.III. Fig.6.*

maniere qu'elle monte parallelement à la grande branche.

Si le tube a cinq ou six lignes de diametre extérieurement, & qu'il soit un peu épais, comme il le faudroit pour résister à la grande pression du mercure dont il doit être chargé ; il ne sera pas facile de le plier à la lampe d'Emailleur ; on en viendra mieux à bout en le faisant chauffer dans du charbon bien allumé ; mais comme il pourroit s'écraser à l'endroit de la courbure, on pourra prévenir cet accident en le remplissant avec du sablon bien net & bien séché au feu, que l'on fera aisément sortir après, comme je l'ai enseigné, *T. I. p.* 216.

Il est plus facile de placer une colonne d'eau dans la petite branche, quand on la laisse ouverte par le haut ; mais comme il faut la boucher ensuite bien exactement, il arrive souvent que l'expérience manque par-là ; il seroit plus sûr de la sceller hermétiquement, sauf à l'emplir avec un peu plus de peine par la grande branche. On y parviendra en remplissant celle-ci entiérement, & en tenant

enſuite l'inſtrument couché dans une ſituation preſque horiſontale & de champ, la petite branche étant plus bas que la grande; en ſecouant un peu & à pluſieurs repriſes le ſiphon ſuivant ſa longueur, on donnera à l'eau des impulſions qui lui feront déplacer l'air dont il faut qu'elle prenne la place, & quand une fois il y en aura juſqu'au milieu de la courbure, on pourra renverſer la grande branche pour faire ſortir celle qui s'y trouvera de reſte.

Quand il eſt queſtion de faire voir cette expérience d'un peu loin, au lieu d'eau pure, on peut prendre une teinture d'orſeille, ou ſi l'on veut, du vin rouge; mais lorſqu'il s'agira de remplir la grande branche avec du mercure, ſi l'on ne prend pas la précaution d'incliner le tuyau, & de verſer doucement d'abord & en petite quantité, les premiers volumes qui tomberont avec une grande précipitation, chaſſeront devant eux des bulles d'air qui monteront dans la colonne d'eau, & qui, ſi elles y reſtoient, mettroient de l'erreur dans le réſultat de l'expérience.

Il faut lier un fil fin & ciré sur la branche courte à l'endroit où commence la colonne d'eau, pour faire voir, quand la grande est chargée de mercure, que cette colonne toujours également longue, ne laisse appercevoir aucun signe de compression; on ne doit jamais se dispenser de tenir ce siphon attaché sur une planche, à cause de sa grande fragilité; & l'on aura soin qu'il la dépasse un peu par en-haut, afin qu'on puisse l'emplir & le vuider plus commodément.

Troisieme Expérience.

Pl. II. Fig. 7. SI vous frottez la tablette de marbre avec de l'huile, il faut enlever cette huile avec un linge en frottant fortement, il ne s'agit que de faire naître un nouveau luisant, pour rendre sensibles les endroits où la boule d'yvoire aura touché.

Au lieu de ce luisant, on peut ternir le marbre en aspirant dessus, & les marques de la boule seront encore plus marquées; il est vrai que des personnes scrupuleuses pourront soupçonner que les taches sont produites par une partie de la boule *non appla-*

tie, qui se sera enfoncée dans l'épaisseur de la couche de vapeur attachée au marbre ; mais si elles sont raisonnables, on les guérira de ce doute, en leur faisant remarquer que la couche qui enduit le marbre, est de beaucoup trop mince pour donner lieu à des taches de cette largeur.

Ce n'est point assez de laisser tomber la boule d'yvoire de la hauteur d'un homme, pour avoir les taches un peu grandes, & telles qu'il les faut, il est mieux de la lancer avec le bras, & plusieurs fois de suite, afin de marquer plusieurs endroits : & quand on les veut faire voir, il faut incliner le marbre au jour, afin que la personne qui les regarde, les apperçoive par la lumiere réfléchie obliquement.

A la suite de cette expérience j'emploie quelques machines pour faire voir, 1°. que les corps élastiques sont susceptibles d'un certain mouvement qui leur est propre, & qu'on nomme *vibration* : 2°. que la demi-vibration d'un ressort qui se débande est accélérée, & que la derniere se fait avec une vîtesse retardée : 3°. que toutes les vibrations, petites ou grandes,

d'un même ressort, sont isochrones, c'est-à-dire, de même durée.

La premiere de ces machines est fort simple ; elle est faite avec une planche épaisse d'un pouce, & qui a cinq pieds de long : sa largeur étoit de quatre pouces ; on en a retranché la moitié, à l'exception des deux extrémités, où on l'a laissée presque toute entiere, & le reste a été chantourné, comme on le peut voir par la *Fig.* 6. Une corde de boyau d'une ligne & demie de diamétre, est fixée en *D*, & à l'autre bout elle est reçue comme celles des violons, sur une cheville avec laquelle on la peut tendre à volonté. Quand on la pince fortement dans le milieu de sa longueur, elle va & vient pendant quelques instans d'*A* en *B*, & bientôt après l'étendue de ses excursions diminue, & elles deviennent insensibles. On peut faire cela beaucoup plus petit, & avec une corde bien plus fine, si c'est pour être vû de près.

La seconde machine a trois parties principales. La premiere est une lame de fleuret *A B*, *Fig.* 7. longue de deux pieds, dont la soie réduite à

ſix lignes de longueur eſt formée en vis. L'autre bout *B* eſt percé ſur ſa largeur, pour recevoir la queue d'un petit cône de fer, qu'on arrête par-derriere avec un écrou. Cette lame placée de champ, eſt parallele à une tablette chantournée *CDE*, qui fait la ſeconde partie de la machine ; elle y eſt fixée à deux pouces & demi d'élévation, par le moyen de deux petits piliers *A*, *F*, de fer ou de cuivre, dont l'un eſt taraudé pour recevoir le gros bout du fleuret, & l'autre percé à jour & enfilé ſur la lame, eſt ajuſté pour demeurer à deux pouces & demi de diſtance du premier. Ces deux piliers ont par en-bas deux tenons à vis qui traverſent la planche, & qui ſont reçus par-deſſous avec des écrous.

La tablette a deux pieds & demi de longueur & 20 pouces dans ſon plus large. La parrie *GEH* eſt faite de 3 piéces aſſemblées à plats jòints avec de la colle ; & la partie *CD* s'y ajoute par forme d'emboîture, le fil du bois eſt ſur ſa longueur, & elle eſt percée d'une rainure à jour, qui eſt une portion de cercle dont le centre eſt à la diſtance du point *I*. Cette rai-

nure a 8 lignes de largeur, elle s'étend de part & d'autre jusqu'à un pouce & demi près du bord de la tablette : & en marquant zéro au milieu de sa longueur, on a divisé les deux portions de droite & de gauche en trois parties égales. Le chantournement de cette tablette est arbitraire, chacun le peut dessiner suivant son goût; mais il est nécessaire qu'elle soit portée par trois petits pieds de 18 lignes ou deux pouces de hauteur, qu'on pourra placer vis-à-vis des lettres *G*, *E*, *H*, pour laisser la facilité de faire tourner par-dessous avec la main, l'écrou qui doit fixer sur telle division qu'on voudra de la rainure, la piéce qui fait la troisieme partie de cette machine.

Elle consiste principalement dans une molette de bois *K*, de 5 pouces de diametre, & d'un pouce d'épaisseur, sur l'une des faces de laquelle on a formé un creux circulaire de 4 lignes de profondeur, un peu plus large du fond que des bords, & que l'on a rempli de plomb fondu, de maniere que ce métal s'y présente sous la forme d'un anneau plat qui a 13 à 14 lignes de largeur.

Dès qu'on voit que le plomb eſt pris, on acheve de le refroidir promptement avec de l'eau, & on le bat enſuite à petits coups de marteau, pour l'étendre & le ſerrer dans la cavité qu'il occupe.

Quand la piéce eſt froide & ſéchée, on la met ſur le tour pour la dreſſer & l'arrondir ; & l'on y adapte par-derriere une queue ronde, groſſe comme le petit doigt, & terminée en vis, après une partie liſſe de 7 à 8 lignes de longueur : cette queue traverſe l'épaiſſeur d'une piéce dont on voit le profil en *M*, & y eſt retenue par un écrou, de ſorte que la molette peut tourner & s'arrêter comme on le veut.

La piece *M* qui porte la molette, a par en-bas un petit bout de tenon quarré, qui entre librement dans la rainure *CD*, ſans excéder l'épaiſſeur de la tablette ; & au-deſſous de ce tenon eſt un bout de vis garni d'un écrou un peu large, moyennant quoi l'on peut porter & fixer la molette à tel point que l'on veut de la diviſion; & les meſures ſont priſes de maniere que l'anneau de plomb répond par le

milieu de sa largeur à la pointe du cône de fer qui est au bout du fleuret.

Il reste une quatrieme partie dont le profil est représenté en *N*, c'est une piéce de cuivre ou de fer, qui a 3 bonnes lignes d'épaisseur, & qui est refendue en fourchette par le haut, pour recevoir un crochet tournant sur le point *a*. Cette piéce élevée en *b* perpendiculairement au plan de la tablette chantournée & attachée solidement, reçoit sur le mentonnet *c* la lame de fleuret, quand elle est pliée comme *b d I*, & le crochet qu'on abaisse l'y retient, pour donner la liberté de placer la molette suivant que l'exige l'expérience.

Ayant donc ainsi arrêté la lame élastique, on placera la molette au chiffre 2, ne laissant entre elles qu'un des espaces de la division; on lévera le crochet pour laisser partir le ressort, & la petite masse conique qui est au bout, venant frapper le plomb, y fera un trou proportionné à la force que lui donne sa vîtesse. On recommencera la même opération après avoir reculé la molette de maniere qu'il y ait deux espaces entre elle &

le bout de la lame : mais avant de lâcher celle-ci, il faut faire un peu tourner la molette, afin que le second coup ne frappe point au même endroit qui a reçu le premier.

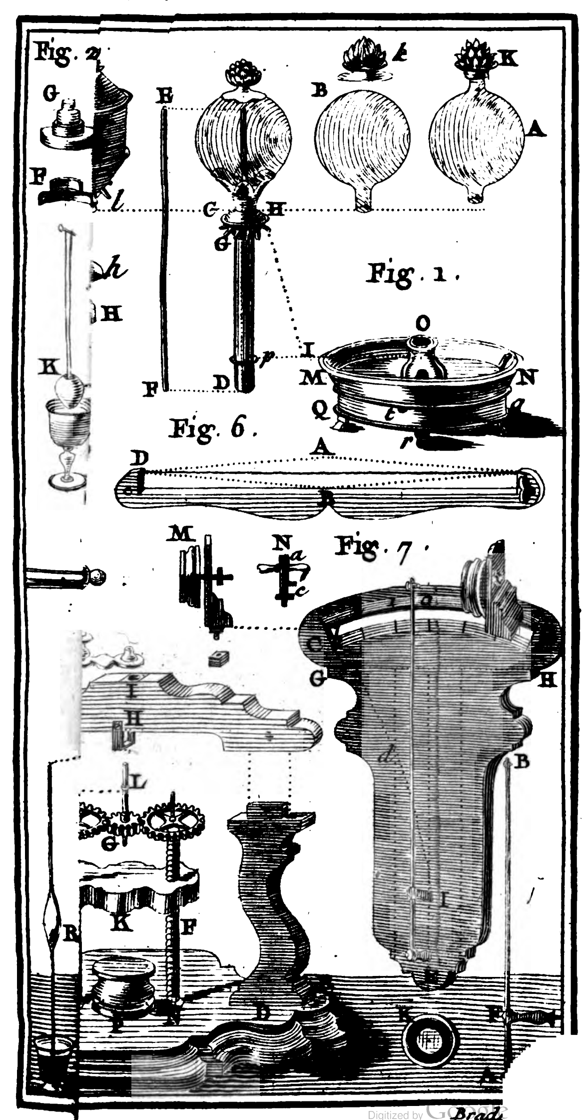
En reculant ainsi la molette de plus en plus, & ayant soin à chaque épreuve de la faire un peu tourner sur son centre, on aura sur le plomb, une suite de trous qui feront voir par leurs différentes grandeurs, que la vîtesse du ressort est accélérée dans sa premiere demi-vibration, & qu'elle va en diminuant ensuite jusqu'à la fin de la seconde demi-vibration.

PARMI les machines employées dans la troisieme Leçon j'en décrirai une qui sert à mésurer les frottemens : sa principale piece est une roue de métal non dentée, qui tourne alternativement en deux sens contraires; par le moyen d'un ressort spiral, auquel son mouvement est assujetti. Je me sers de cette machine pour faire voir que les vibrations d'un même ressort sont isochrones entre elles; car les ayant une fois réglées pour suivre les oscillations d'un pendule à secondes, (on y parvient aisément en

faisant glisser d'un côté ou de l'autre le ressort, dans la fente qui lui sert de point fixe), Je fais remarquer que celles qui ont le plus d'amplitude, comme celles qui en ont le moins, conservent toujours la même durée. Je dirai au sujet de la sixieme Leçon, comment on peut se procurer aisément, un pendule qui bat les secondes.

VERS la fin de la seconde Leçon au sujet de l'odorat, il est dit que ce sens a pour objet des particules extrémement subtiles & presque toujours invisibles, qui nagent dans l'air & qui s'introduisent avec lui pour affecter l'organe ; on peut prouver l'existence de ces corpuscules odorans, en les unissant dans l'air avec une autre matiere invisible comme eux.

Mettez plein une cuiller à caffé d'esprit volatil de sel ammoniac dans le fond d'un verre à ratafia, & s'il fait bien froid, faites-le un peu chauffer devant le feu ; présentez à quelques pouces de distance au-dessus du verre, une petite bande de carton enduite de cire, que vous aurez nouvellement trempée dans l'esprit de nitre. Alors vous verrez autour de ce corps une


Fig. 2
G
F
l
h
H
K
E
F
G
H
G
p
D
B
k
K
A
Fig. 1.
O
I
M
N
Q
t
q
r
Fig. 6.
D
A
B
M
N
a
c
Fig. 7.
a
C
G
H
I
H
d
B
L
G
K
F
R
I
D
F
A

Brad.

fumée blanche & épaisse, qu'on n'y apperçoit point quand on le porte ailleurs qu'au-dessus du verre.

La précaution de tremper la petite bande de carton dans la cire fondue, fait voir que la fumée épaisse qu'on apperçoit, ne peut venir que du volatil urineux qui rencontre dans l'air les particules nitreuses auxquelles il s'unit, & non pas du carton brûlé, pour ainsi dire, par l'action de l'esprit corrosif dans lequel on l'a trempé, car la cire dont il est enduit, suffit pour l'en garantir.

AVIS

Concernant la TROISIEME LEÇON.

III. LEÇON. I. Section. *Pl. I. Fig.* 1. & 2.

COMME il faut en enseignant laisser le moins qu'il est possible de prétextes aux contestations, pour répéter l'expérience proposée par Newton, on fera bien d'employer deux boules de plomb égales en diametres, mais dont les masses soient fort différentes, en faisant mouler l'une

pleine & l'autre creuſe par un Fondeur. Car alors ſi par deux chocs ſemblables, la plus légere eſt pouſſée plus loin que la plus peſante, on ne pourra plus attribuer cette différence à une moindre réſiſtance de la part de l'air, puiſque les volumes de ce fluide qu'elles auront à déplacer pour commencer à ſe mouvoir, ſeront égaux pour toutes les deux.

La boule creuſe doit toujours avoir aſſez d'épaiſſeur pour n'être pas enfoncée par les chocs qu'elle aura à ſouffrir ; il faut lui en donner deux lignes au moins ; & afin qu'il y ait une grande différence entre les maſſes, on pourra donner à l'une & à l'autre environ trois pouces de diametre, & ſe ſervir pour les choquer, d'une balle de mouſquet ſuſpendue par un fil. La boule creuſe pourra être faite par le Ferblantier, qui emboutira deux calotes, & qui les ſoudera bord ſur bord.

Premiere Expérience.

Pl. I. Fig. 3. LA machine dont on fait uſage dans cette expérience eſt compoſée, 1°. d'une caiſſe entiérement ouverte

par en-haut, qui peut avoir 28 pouces de longueur, 9 pouces de largeur, & 6 à 7 pouces de hauteur : au lieu de poser à plat & immédiatement sur le plancher, elle est montée sur deux traverses attachées au fond, & qui dépassent de part & d'autre sa largeur d'environ deux pouces. Ces parties excédentes sont percées & taraudées pour recevoir 4 vis de bois de 9 à 10 lignes de diametre & longues de 4 pouces, par le moyen desquelles on peut aisément caler la machine & mettre la caisse de niveau. Pour la rendre stable & empêcher qu'elle ne soit endommagée par les corps durs qui doivent tomber dedans, on la remplit en partie avec de la terre non humide, ou avec du sable.

2°. Sur les deux petits côtés de la caisse sont élevés deux montans paralleles qui ont 6 pieds de hauteur. Leur figure, leur largeur & leur épaisseur sont arbitraires, mais il faut qu'ils soient assez solides pour se tenir droits, & ne point vaciller. Et si l'on prévoit que la machine ait besoin d'être souvent transportée, on

les assemblera par en-bas, de maniere qu'ils puissent se démonter.

3°. Les deux montans entaillés en-haut comme *A* & *B*, *Pl. III. Fig.* 1. entrent dans les deux fourchettes d'une traverse *CD*, & y sont retenus par deux chevilles de fer que l'on peut ôter quand on veut. Au-dessus de l'entaille *A*, l'un des montans est percé à jour pour recevoir une poulie *E*, qui déborde un peu l'épaisseur du bois : & l'autre *B*, percé à pareil endroit, reçoit le bout du manche d'un marteau *F*, que l'on retient par-derriere avec un écrou ou avec une clavette : ce marteau est fait d'yvoire, de buis, ou de quelque autre bois dur, & son manche est une verge de métal qui fait ressort, & qui excede de deux pouces l'épaisseur du marteau après l'avoir traversée : on peut se servir pour cela d'un bout de fleuret.

La traverse *CD* est percée à jour au milieu de sa largeur : l'ouverture a 4 pouces de long sur un pouce & demi de large ; & sa longueur est partagée en deux parties égales, par une lame de métal de 3 à 4 lignes de largeur & posée de champ. Sur cette

lame

lame *G*, se posent les deux billes d'yvoire que l'on fait tenir l'une à l'autre avec un grain de cire molle, & dont le diametre doit être un peu plus petit que la largeur de l'ouverture où elles sont placées, afin qu'elles puissent tomber très librement, lorsqu'elles viendront à se quitter.

Le marteau est placé sur la longueur du ressort qui lui sert de manche, de maniere qu'il répond directement à l'une des deux billes. Et quand on veut le tenir levé, on fait reposer le bout excédent de la lame à ressort sur la dent d'une piéce *h*, qui tourne sur son extrémité inférieure par un mouvement de charniere, & qui venant à reculer par le bout d'en-haut, quand on tire le cordon qui passe sur la poulie, fait échaper le marteau qui va frapper la bille.

Si l'on ne veut pas, ou si l'on ne peut pas se procurer une machine telle que je la viens de décrire, on fera l'expérience dont il s'agit avec moins d'appareil; & elle n'en sera pas moins concluante : car l'essentiel est de faire tomber l'une des deux billes plus vîte que l'autre, en ajoutant une

nouvelle impulsion à celle de sa pesanteur ; il suffit pour cela de tenir d'une façon quelconque ces deux corps joints ensemble, comme je l'ai dit, à une certaine hauteur, & de frapper sur l'un des deux avec un maillet. Les billes d'yvoire peuvent aussi sans aucun inconvénient être remplacées par des boules de quelque bois dur & un peu lourd, comme du buis, du gayac, &c.

III. LEÇON. II. Section.

POUR donner aux Commençans des idées nettes du mouvement local & de ses propriétés, je me sers quelquefois des moyens suivans.

AB, *Fig.* 2. est une régle de bois large de 3 pouces, sur 3 pieds & demi de longueur, ayant trois poulies, deux à ses extrémités & une troisieme *C* à six pouces de distance de *B*, lesquelles tournent ensemble parallélement au plan de la régle, & environ à un demi-pouce au-dessus, par le moyen d'une corde sans fin qui embrasse celles des deux bouts *A*, *B*, après avoir fait un tour entier sur la troisieme *C*.

L'axe de cette derniere poulie prolongé d'un pouce au-dessus de sa chape, est limé en pointe quarrée pour

recevoir une boule *d*, de 2 ou 3 pouces de diametre, qu'on peut faire indifféremment avec du carton ou avec du bois, mais dont la surface doit être divisée en 4 parties égales, par deux cercles qui se croisent aux pôles; & ces parties sont distinguées par des couleurs différentes & par les chifres 1, 2, 3, 4.

La régle peinte en blanc est divisée par pouces depuis *A* jusqu'en *C*, & sur la corde sans fin est enfilée une boulette grosse comme une muscade, ou une piece lenticulaire *E*, teinte en noir ou en rouge, ou en quelque autre couleur tranchante; en pinçant la corde en *B*, & la tirant vers le point *A*, on fait avancer la boulette *E* vers *C*, & l'on donne par-là l'exemple d'un mouvement local, c'est-à-dire, qui fait passer d'un lieu dans un autre suivant la direction *A C*.

Et pour ôter toute équivoque, on fait remarquer que la boule *D*, quoiqu'elle ne se déplace point, ne laisse pas de se mouvoir réellement, parce que chacune de ses parties 1, 2, 3, ou 4, passe successivement par tous les points d'un cercle.

Enfin en tenant la longueur de la régle dans différentes positions par rapport au plan d'une table, tandis qu'on fait mouvoir la boulette ou la lentille *E*, on fait entendre ce que c'est qu'une direction parallele, perpendiculaire, ou oblique.

Voici un autre moyen par lequel on rend sensible la vîtesse du mouvement. *ABC*, *Fig.* 3. est une tablette qui a deux pieds de longueur, & 16 pouces en son plus large : comme il n'est guères possible de la faire d'une seule planche, & que d'ailleurs elle seroit sujette à se voiler, on fera bien de la contenir par une emboîture *Atx* : la rive *AC* est droite, & les deux qui sont de part & d'autre en retour d'équerre, le sont aussi jusqu'à la distance de six pouces ; le reste est chantourné arbitrairement.

CD est la place d'une bande de métal, qui porte par un bout une espece de potence, composée d'une bande plate *F*, & d'un balustre *G*, dont le tenon d'en-bas est prolongé par une vis assez longue pour traverser l'épaisseur du bois vers *D*, & être serré par-dessous avec un écrou : l'au-

tre bout de la bande *E* eſt arrêté pareillement vers *C*, avec une vis dont la tête *v* eſt ſurmontée d'une pointe ou pivot. Les deux bandes *E F*, ſont paralleles entre elles. La diſtance de l'une à l'autre eſt de 3 pouces & demi, & du centre du baluſtre au pivot *E*, il y a 3 pouces un quart.

Vers *A* & vers *B*, à un pouce de diſtance du bord de la tablette, ſont élevés ſur des petites platines de métal deux autres baluſtres, comme *I*, de 2 pouces & demi de hauteur, ſur leſquels s'arrêtent les deux bouts d'une lame de fer *H*, par le moyen de deux boutons à vis *i*, qui en traverſent l'épaiſſeur, & dont chacun a ſon écrou taraudé dans l'axe du baluſtre. Cette lame qui eſt large de 4 lignes, n'en a guères qu'une d'épaiſſeur, & elle eſt tournée en portion de cercle, dont le rayon eſt de 21 pouces.

L M eſt une autre lame de fer droite, épaiſſe d'une ligne & demie, ſur 4 de large dans toute ſa longueur qui eſt de 21 pouces un quart, ſans compter un tenon par lequel elle eſt jointe à angles droits & à demeure, avec une tige *K* de même métal, diſpoſée

pour tourner entre le pivot *E* & une vis pointue qui a ſon écrou dans l'épaiſſeur de la piece *F*, de ſorte que quand tout cela eſt aſſemblé & mis en place, la lame droite par ſon extrémité *L* parcourt la portion de cercle *H*, & ne peut en ſortir, à cauſe des deux boutons qui terminent les deux baluſtres placés en *A* & en *B*.

Le mouvement ſe fait de *B* en *A*, par le moyen d'un reſſort *N*, fixé par une vis ſur le baluſtre G, & formé en fourchette, par le bout qui touche l'épaiſſeur de la lame, afin qu'elle ne lui échappe point. Pour rendre le mouvement plus facile, on pratique en *L*, une roulette de cuivre taillée en lentille, & dont la circonférence déborde à peine l'épaiſſeur du fer; & l'on adoucit le choc qui ſe fait contre le bouton du baluſtre *A*, en retranchant une partie de la largeur de la lame pour y placer un reſſort *o*; ce qui s'exécute aiſément en y réſervant un petit talon en queue d'aronde, qu'on chaſſe un peu à force dans une entaille de même figure, qu'on fait au bord de la lame. On pourroit, ſi on l'aimoit mieux, placer le reſſort

au bouton. Voyez à la lettre Q cette partie développée en grand.

Sur la lame *LM* sont enfilées deux boëtes de cuivre qui sont bien ajustées à sa largeur, & qui s'accommodent encore mieux à son épaisseur, moyennant 2 petits ressorts plats *s*, *s*, qui rendent insensibles les inégalités, s'il y en a : ces boëtes s'arrêtent où l'on veut par une vis de pression *P*, & elles portent en-dessous un petit bout de tuyau quarré, qui reçoit une tige de fer de même forme, au bout de laquelle est fixé un marteau ou maillet : cette derniere piece peut monter, descendre & s'arrêter par une vis *r*, qui presse sur la tige.

J'ai toujours fait ces marteaux avec de l'yvoire, & c'est le mieux : néanmoins on les peut faire avec quelque bois dur & pesant. Ils sont cylindriques, ils ont chacun un pouce de diametre & autant de longueur, afin qu'ils soient de même poids : la face antérieure, c'est-à-dire, celle qui regarde le bord *AC* de la tablette, doit être plane, l'autre peut être arondie si l'on veut : mais il est nécessaire que la tige ou la queue soit attachée aux

deux tiers de la longueur, en allant d'avant en arriere, afin que la face droite qui doit frapper, réponde précisément au bord *AB* de la tablette. Voyez la Figure qui représente l'ensemble de la machine, & où toutes les parties sont désignées par les mêmes lettres que dans le développement.

Il faut marquer sur la tablette deux arcs de cercle, dont l'un soit une fois plus près que l'autre du centre *C*, & les diviser en parties égales, afin qu'il s'en trouve une fois plus dans le grand que dans le petit. Cette division doit être faite avec une couleur qui tranche beaucoup sur le fond; ce sera, par exemple, avec du noir, si la tablette est peinte en blanc; avec du rouge, ou avec de l'or, si elle est vernie en noir, &c.

Pour faire usage de cette machine, la verge droite *LM*, étant parallele au bord *AC* de la tablette, vous arrêterez les marteaux, l'un vis-à-vis du chifre 4, & l'autre vis-à-vis du chifre 2. Puis ayant tiré le bout *L* vers *B*, vous l'abandonnerez à l'impulsion du ressort qui raménera la verge & tout

ce qu'elle porte à l'endroit d'où vous l'avez tirée. Ce qui fera voir 1°. que chaque marteau a de la vîtesse, puisqu'il parcourt un certain nombre d'espaces dans un temps donné, c'est-à-dire dans le temps que la verge de fer emploie à se mouvoir de *B* vers *A*. 2°. Que l'un des deux marteaux a une vîtesse double de l'autre, puisque dans le même espace de temps, il fait un trajet double du sien.

Cette machine sert dans plus d'une occasion; on verra dans la suite, pourquoi j'ai appellé *marteaux*, les masses cylindriques, qui sont portées par la verge *L M*.

On peut avoir des expériences à faire sur la quantité du mouvement, & sur l'estimation des forces, en se servant de corps sphériques, que l'on fait tomber de différentes hauteurs, sur des matieres flexibles, en variant les masses, sans rien changer aux volumes; voici une machine qui sera commode en pareils cas, & qui est bonne encore pour d'autres usages dont je ferai mention par la suite.

Cette machine a pour base une caisse *A B* (*Pl. IV. Fig.* 1.) de dix-

huit pouces de longueur ſur huit de largeur & environ cinq de hauteur, les meſures étant priſes en dehors : *C D*, ſont deux traverſes chantournées, qui ſervent d'emboîtures au fond de la caiſſe, & qui excédant depart & d'autre ſa largeur, ſont garnies de quatre vis de métal ou de bois, avec leſquelles on cale & on met de niveau la machine.

Les bords ſupérieurs de la caiſſe ſont recouverts par un cadre plat, d'un pouce d'épaiſſeur, qui y eſt attaché ſolidement; les bandes qui forment ce cadre, doivent avoir au moins trois pouces de largeur, & leurs bords extérieurs formés en quart de rond, n'excédent que d'un demi pouce le pourtour de la caiſſe, de ſorte que celle-ci ne reſte ouverte par en haut que d'environ trois pouces ſur ſa largeur, & de quinze pouces ſur la longueur.

Sur les petits côtés du cadre, s'élévent perpendiculairement deux colonnes quarrées de quatrepieds de hauteur & dont chaque faceà quinze lignes de largeur : ces deux pieces doivent être faites, d'un bois choiſi,

& suffisamment sec, afin qu'elles ne se déjettent point ; & il faut les calibrer sur toute leur longueur, en les faisant passer juste, l'une après l'autre, par un trou quarré fait avec soin dans une feuille de métal, ou dans une planchette de quelque bois ferme & bien coupé.

Ces colonnes ont à chacune de leurs extrêmités un tenon, dont une partie (celle qui touche la portée) est quarrée, & l'autre arrondie, & formée en vis. Par en bas elles traversent l'épaisseur du cadre, & sont arrêtées en-dessous solidement avec un écrou : par en haut elles sont reçues dans les deux bouts d'une traverse G, & retenues pareillement avec des écroux ; cette traverse est une piece droite, large de trois pouces, & ornée d'une moulure sur son épaisseur qui est de quinze à dix-huit lignes, la distance des trous doit être tellement mesurée, que les deux colonnes demeurent bien paralléles entr'elles.

On peut rapporter des moulures en haut & en bas des colonnes pour les orner & pour rendre l'assemblage

plus solide ; mais il est nécessaire ; que d'un côté ou de l'autre cela se fasse par une piece enfilée sur le tenon, & qu'on puisse ôter quand on voudra, pour faire entrer la traverse mobile dont je vais parler : il est plus à propos que ce soit par en haut : on peut aussi donner aux écroux, au-dessus de la traverse *G*, qui est fixe, une figure qui fasse ornement.

HH, est la traverse mobile, qui doit glisser suivant toute la longueur des colonnes, sur lesquelles elle est enfilée ; elle est faite d'un bout de planche épaisse au moins de dix lignes, elle est plus large au milieu & vers les deux bouts, que dans le reste de sa longueur : quand on y aura fait les ouvertures dont je vais parler, on verra de reste combien de bois il convient de laisser autour ; & le chantournement est arbitraire.

K, est un trou rond & à jour qui n'a que la grandeur nécessaire pour laisser passer une boule de dix-huit lignes ou environ de diametre, sans la gêner dans son passage : le bord supérieur est garni d'une pince ronde, dont les deux branches qui sont droi-

tes, se meuvent autour de deux vis placées en *i i*; l'action d'un double ressort attaché en *L*, tient les deux croissants qui forment la pince, un peu plus serrés que l'ouverture du trou; mais cette pince s'ouvre plus grande que lui quand on presse les deux branches *M*, *M*; par ce moyen-là on place une boule dans le trou *K*, & on la fait tomber quand on veut.

La pince dont il s'agit ici est de métal; on peut la faire avec deux bandes de cuivre d'une bonne ligne d'épaisseur, placées de champ, afin que leur largeur porte sur la boule, & que les branches *M*, *M*, laissent plus de prise aux doigts; on y soudera deux petites pieces, que l'on percera pour recevoir les vis *I*, *I*; le ressort *L*, doit être d'acier ou de cuivre bien écrouï.

Aux deux bouts de la traverse mobile sont des troux quarrés, garnis par dedans d'une bande de drap collée sur le bois, pour rendre le mouvement de la piece plus juste & plus doux: *n*, *n*, sont des vis de pression avec lesquelles on l'arrête à la hauteur

qu'on veut. Pour empêcher que ces vis ne marquent les colonnes aux endroits où elles pressent, on peut de leur côté prolonger les trous de deux lignes, & remplir ce vuide d'un petit quarré de bois dur, qui sera collé contre le drap, afin qu'il ne puisse pas tomber de sa place, & qui sera libre d'ailleurs d'obéïr à la pression des vis, & de la transmetre par toute la largeur de sa face.

Chaque colonne est divisée par pouces dans toute sa longueur, en y comprenant l'épaisseur du cadre sur lequel elle est posée, & la moulure dont elle est ornée par en bas, de sorte que si ces deux épaisseurs prises ensemble donnoient deux pouces $\frac{1}{2}$, on prendroit encore $\frac{1}{2}$ pouce sur la colonne & l'on marqueroit cette premiere division, du chiffre 3. On divise de même les deux faces de chaque colonne qui sont paralléles à la longueur de la caisse; par ce moyen-là on voit commodément à quelle hauteur on arrête la traverse mobile, & on le laisse voir en même-temps, aux personnes qui sont placées par-devant pour voir l'expérience: si la

machine est peinte ou vernie en noir, il faudra mettre en blanc les faces à diviser, afin que les traits & les chiffres s'y distinguent mieux.

Il y a dans la caisse un tiroir qui va d'un bout à l'autre, & dont le fond a sept à huit lignes d'épaisseur : il est garni en dedans de deux bassins ronds *P*, qu'on peut faire de fer-blanc; ils sont aussi hauts que le tiroir est profond, & leur diametre est de deux lignes plus petit que sa largeur. Autour du centre, on a soudé une virolle qui a un pouce $\frac{1}{2}$ de diametre, & qui est aussi élevée que les bord du bassin; elle est remplie par un morceau de bois tourné, qui est percé au milieu ainsi que le centre du bassin, pour recevoir une vis à oreilles *Q q*, dont l'écrou est noyé dans l'épaisseur du fond du tiroir.

On remplit l'espace circulaire, qui est entre la virolle & le bord du bassin avec de la terre glaise détrempée, mêlée à parties égales avec du sablon, bien maniée afin qu'elle soit d'une consistance uniforme, & assez molle pour être très-flexible, sans cependant s'attacher aux corps qui la touchent;

l'on prévient encore ce dernier effet, en la ſaupoudrant avec du ſablon ſéché & tamiſé.

Les deux baſſins ainſi chargés ſont placés de maniere, que le tiroir étant plus ou moins avancé dans la caiſſe, chacun d'eux ſucceſſivement préſente ſous la chûte d'une boule partant de la pince, le milieu de l'eſpace qui eſt rempli de glaiſe; & afin que cela ſe faſſe plus ſûrement, on met la caiſſe de niveau en la calant avec ſes vis; juſqu'à ce qu'un fil d'aplomb partant du centre du trou *K*, réponde préciſément au point *r*. On a pour cela une petite maſſe *o*, de plomb ou de cuivre terminée en pointe par en bas, & ſuſpendue à un fil qui paſſe par le centre d'une rondelle de bois *R*, qui entre juſte & à feuillure dans le trou *K*, par la ſurface inférieure de la traverſe mobile.

Tout étant ainſi diſpoſé, s'il échappe une boule de la pince, elle tombera directement ſur le point *r*, & y fera un enfoncement : & ſi l'on fait tourner le baſſin d'une quantité ſuffiſante, ſur la vis qui eſt à ſon centre,

la même boule ou une autre, qui tombera de même, viendra faire son enfoncement à côté; & ces enfoncements pourront se mesurer & se comparer entr'eux, parce qu'ils sont produits par des corps réguliers.

Pour rendre ces comparaisons plus faciles, il est souvent à souhaiter de pouvoir varier les masses suivant des quantités connues, en laissant les volumes toujours les mêmes, & c'est à quoi l'on parviendra de la maniere suivante.

Faites un modele de bois *T*, qui soit un peu plus qu'un hemisphére de vingt lignes de diametre; & si vous avez dessein de faire trois boules, que le Fondeur vous fournisse six pieces en cuivre jaune.

Joignez ces pieces deux à deux, en faisant sur le bord extérieur de l'une, une vis (deux ou trois filets suffisent) & dans l'autre un écrou, prenant vos mesures de maniere que la jonction se trouve à l'équateur de la boule: arrondissez bien ces deux pieces ainsi jointes, & polissez-les, de sorte qu'étant finies extérieurement, elles forment une boule d'un

pouce ½ de diametre en tout ſens.

Alors ſéparez les deux hemiſphéres, & les ayant remis ſur le tour l'un après l'autre, diminuez-les de matiere en les creuſant, juſqu'à ce que vous les ayez réduits au poids que vous voulez donner à votre boule. Si les deux pieces reſtant pleines faiſoient encore une boule trop légére, vous pourrez les creuſer & y couler du plomb, autant qu'il en faudra pour remplir vos vues.

Dans le cas où l'on ne pourroit pas ſe procurer les pieces de fonte dont je viens de parler, on pourroit y ſuppléer, en tournant des boules d'une ſeule piece avec du buis, & en les perçant enſuite pour y faire entrer une quantité de plomb convenable au rapport qu'on voudroit mettre entre les maſſes.

Premiere Expérience.

III. LEÇON. III. Section. Art. I. Pl. II. Fig. 4.

LE baquet ou l'auge dont on ſe ſert dans cette expérience a dix-ſept pouces de longueur ſur ſix ½ de largeur & cinq de profondeur, les meſures étant priſes en dedans. Cette piece eſt faite de planches aſſemblées;

elle eſt ornée de moulures en bas & en haut, & ces ornements ſont tels qu'on veut les faire.

La largeur de cette auge eſt partagée en deux parties égales, par une cloiſon qui va d'un bout à l'autre; & l'une des deux deſtinée à contenir de l'eau, eſt doublée de plomb laminé, avec une virolle de cuivre qui traverſe le fond, & dans laquelle eſt ajuſté un bouchon de même métal, qu'on ôte quand on veut faire écouler l'eau.

La cloiſon, au milieu de ſa longueur porte une double potence, dont les bras *A*, *A*, *Fig.* 4. *Pl. III.* ſont formés d'une ſeule piece aſſemblée ſur un montant *B*, qui eſt ouvert en fourchette par en bas, pour embraſſer l'épaiſſeur de la cloiſon: les dimenſions de cette piece ſe réglent ſur celles de deux pendules de métal, qu'elle doit porter.

Chacun de ces pendules eſt composé d'une boule de cuivre ou de plomb, qui a neuf à dix lignes de diametre; & d'une verge de métal, d'un pied de longueur, & dont la largeur, qui eſt de deux ou trois li-

gnes, est dans le plan des oscillations, que doit faire le pendule.

Il est convenable de faire cette verge avec du cuivre ; comme elle doit être souvent mouillée, elle seroit trop sujette à se rouiller, si on la faisoit avec du fer ; mais il faut empêcher qu'elle ne plie trop aisément à droit ou à gauche, ce qui feroit toucher la boule, ou au côté du baquet, ou à la cloison du milieu : pour éviter ce mauvais effet, vers les deux tiers de sa longueur, cette verge se partage en deux branches, qui vont s'assembler dans un petit cylindre de deux pouces $\frac{1}{2}$ de longueur, qui tourne entre une petite pointe fixée au montant de la double potence, & une vis pointue, qui traverse le fleuron *A*.

Ce qu'il y a d'essentiel dans cette machine, c'est que les deux pendules soient parfaitement de même longueur, & les boules de même grosseur ; & quand on fait l'expérience, il faut avoir l'attention de les élever toutes deux à la même hauteur, (ce que l'on fera aisément, en les faisant toucher au petit côté du baquet) ; &

Tome II. Pl. 3.

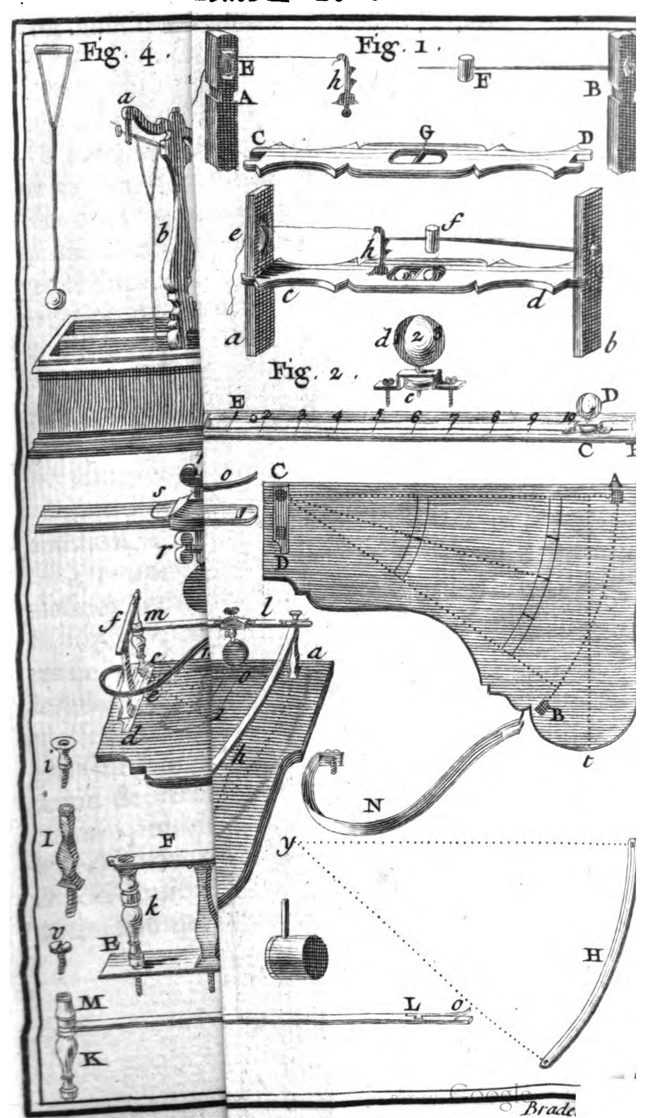


Fig. 4.
Fig. 1.
Fig. 2.
E
A
h
F
B
C
G
D
e
f
c
d
a
b
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
N
H
L
M
K
I
i
v
k
y
t
Brade

de les laisser aller aussi toutes les deux en même temps.

Seconde Expérience.

Le mouvement d'horlogerie dont on se sert dans cette expérience, a plus d'un usage : celui auquel il est principalement destiné, c'est à prouver la nécessité de l'air pour la propagation des sons ; ainsi je pourrois en différer la description, jusqu'à ce que j'en sois à celle des instrumens qui assortissent la machine pneumatique ; mais comme cette partie sera fort chargée, il n'y a point d'inconvénient d'anticiper sur elle dans cette occasion.

III. Sect. *Pl. II. Fig.* 5. & 6.

Le rouage est compris entre deux platines rectangles de cuivre *H*, *I*, *Pl. IV. Fig.* 2. qui ont chacune quatre pouces de longueur sur deux pouces $\frac{1}{4}$ de largeur, assemblées parallélement entr'elles par quatre piliers de treize lignes de longueur, placés aux quatre coins & retenus avec des goupilles.

La premiere piece est un barillet *A*, de vingt lignes de diametre & de huit lignes de hauteur, qui contient un ressort de pendule, &

qui porte une roue de soixante & douze dents ; son axe traverse de part & d'autre les platines avec des portées, qui le contiennent dans sa place. On a formé sur la partie de cet axe qui excéde la platine *H*, un quarré qui porte une roue de neuf lignes de diametre, taillée en rochet, dont la denture répond à un levier à ressort ou cliquet, comme cela se pratique aux montres & aux pendules ; le rochet est retenu par une goupille qui traverse le quarré, & le bout de celui-ci qui excéde, reçoit une clef avec laquelle on monte le ressort du barillet.

La roue du barillet s'engrene dans un pignon de huit aîles, & fait tourner une roue *B*, qui a soixante dents ; celle-ci, s'engrenant dans un pignon semblable, mene une troisieme roue *C*, qui met en mouvement la vis sans fin *D*.

L'arbre de cette vis tourne entre deux coqs *E*, *f*, qui sont fixés à l'une des platines ; & après avoir traversé celui d'en haut, il reçoit un canon G, de cinq à six lignes de longueur, qui est fendu pour faire res-

ſort, & fixé au milieu du volant *K L*.

Cette derniere piece eſt composée d'une traverſe qui a quinze lignes de longueur, & qui porte à ſes extrêmités deux petites platines de cuivre fort minces de neuf lignes en quarré: elles ſont montées ſur des petites tiges rondes, qui doivent tourner avec frottement, afin de recevoir aiſément la ſituation qu'on voudra leur donner, & la garder en faiſant leurs révolutions. Pour cet effet, la traverſe *K L*, eſt formée de deux pieces l'une ſur l'autre, & qui ſont rivées enſemble ſur le canon *G*; du reſte ces deux lames, qu'on a battues à froid, pour les rendre élaſtiques, tendent à ſe ſéparer; elles ſont rappellées par les goupilles qui retiennent les tiges, & de là naît le frottement qu'on demande.

A huit lignes de diſtance du centre du barillet *A*, s'éléve une tige *M* fixée par un bout en dehors de la platine *I*, & portant par l'autre un timbre de vingt lignes de diametre, ou environ, à telle hauteur, que les aîles du volant *K L* puiſſent paſſer libre-

ment deſſous ; & elle eſt courbée de maniere qu'elle ne le touche qu'au centre, & qu'elle faſſe répondre cette partie, au milieu de l'eſpace qui eſt entre les deux platines, comme il eſt repréſenté par le profil de la machine.

A côté de la tige du timbre, & un peu plus près du centre du barillet, eſt fixée une cheville d'acier de ſept à huit lignes de longueur, qui s'avance dans l'intérieur du rouage, & ſur laquelle tourne librement un canon de cuivre, qui porte le marteau *N*. Audeſſus du canon, la tige du marteau n'eſt qu'un fil d'acier bien élaſtique, qui eſt courbé vers *N*, pour faire frapper la maſſe au milieu du timbre, ou pour mieux dire, afin que la maſſe faſſe ſon excurſion dans le diametre du timbre. Mais à l'endroit où cette tige joint le canon, il y a un renflement, & au-deſſous une queue *o* taillée en virgule, par le moyen de laquelle la roue *B*, qui eſt garnie de douze chevilles, fait lever le marteau autant de fois, en faiſant ſa révolution.

Mais la tige du marteau ne peut

pas

pas tourner ainsi, qu'elle ne fasse plier un ressort droit *p q*, qui est fixé à l'autre platine, & qui presse par son autre bout sur le renflement & au-dessus du canon; c'est pourquoi, dès que la virgule a échappé à la cheville de la roue *B*, le marteau en vertu du ressort *p q*, va frapper le timbre, & s'en détache sur le champ, parce que la virgule se meut entre deux petites chevilles, qui contiennent ses excursions dans une certaine étendue; la premiere ne permet point au ressort *p q*, de faire aller la masse du marteau jusqu'au timbre, mais seulement à une petite distance de sa surface; il ne parvient à le toucher, qu'en vertu du mouvement acquis, & de l'élasticité de sa tige, qui s'en détache aussi-tôt.

Comme cette machine dans les différents usages qu'on en fait, à souvent besoin d'être arrêtée & remise en mouvement, il est nécessaire qu'on y pratique une détente facile & commode, de façon qu'en la touchant avec la main, ou avec quelque instrument, on puisse la faire agir à volonté.

Pour cet effet, il y a un levier coudé *TV*, qui se meut en tournant sur une vis à repos (*a*) placée en *T*, & qui porte en dedans du rouage une petite palette au-dessous de l'endroit marqué *q*. Cette palette rencontre une cheville qui tient à la roue *B*, suspend son mouvement, & celui des autres roues avec lesquelles elle est engrénée : on conçoit bien qu'on leur rend le mouvement, en faisant tourner un peu le même levier *TV* en sens contraire, parce qu'alors la palette cesse d'arrêter la cheville.

Afin que cette machine demeure fixe, tandis qu'on pousse le levier d'un côté ou de l'autre, on l'attache sur une semele de plomb qui a cinq à six lignes d'épaisseur ; & pour empêcher que le son du timbre placé dans le vuide ne se communique au-dehors, par la platine de la machine pneumatique, on arrête le tout sur des coussinets, qu'on met aux deux

(*a*) On appelle vis *à repos* celle qui n'a des filets que sur une partie de sa longueur, & qui étant serrée autant qu'elle peut l'être, laisse un intervalle entre sa tête & la partie où est son écrou.

bouts, pour amortir le mouvement de vibration.

Dans l'expérience dont il s'agit ici, après avoir monté le reſſort, & arrêté le mouvement, vous placerez la machine pneumatique, de maniere que la branche *V* de la détente ſoit de dix-huit ou vingt lignes éloignée de l'axe du récipient; afin qu'elle puiſſe répondre à l'extrêmité de la pince ou levier horizontal attaché au bout de la tige de la boîte à cuirs. (*a*) Vous tournerez les aîles du volant *K L*, juſqu'à ce que leur largeur ſe trouve dans un même plan, comme on le voit dans la *Fig.* 2. Enſuite vous ferez le vuide le plus exactement que vous pourrez, ſans cependant qu'il ſoit néceſſaire de pouſſer l'évacuation de l'air juſqu'au ſcrupule: vous mettrez le rouage en jeu en faiſant tourner le levier *V*, & vous obſerverez la fréquence des coups du marteau ſur le timbre; après ſept à huit ſecondes

(*a*) En parlant de la machine pneumatique & des inſtrumens qui en dépendent, je dirai comment on prépare les boîtes à cuirs, & les différentes pieces qui s'ajuſtent au bout de leurs tiges.

de temps, vous ferez rentrer l'air dans le récipient ; pour obſerver une ſeconde fois le mouvement du marteau, qui vous paroîtra alors très-ralenti.

Quand le rouage ſort de deſſus la machine pneumatique où il y a des cuirs mouillés, il eſt à propos de le préſenter au feu, pour diſſiper l'humidité qu'il a pu y contracter.

Troiſieme Expérience.

Pl. III. Fig. 7. LES dimenſions du double moulinet employé, dans cette expérience, ſont arbitraires, pourvû qu'on obſerve entre les parties eſſentielles, les rapports que j'ai énoncés, & les conditions que j'ai preſcrites ; cependant pour guider les perſonnes, qui ne voudroient qu'imiter, je vais donner les meſures de celui dont je me ſers.

La tablette ſur laquelle ſont élevés les trois piliers, & qui ſert de baſe à la machine, a quatre pouces de largeur ſur quatorze de longueur ; ſon épaiſſeur eſt d'environ un pouce, & le bord eſt orné d'une moulure qui regne tout autour ; il la faut faire

d'un bois qui ne ſoit pas ſujet à ſe tourmenter, ou bien il faut prendre la précaution d'emboêter les deux bouts.

Les centres des trois piliers ſont à cinq pouces de diſtance l'un de l'autre, & ils y ſont fixés par des tenons collés. Chacun d'eux à ſix pouces de hauteur & quinze lignes de diametre dans la partie la plus renflée. La tête de celui du milieu eſt garnie d'une virolle de cuivre, & les deux autres portent, à pareille hauteur, chacun une vis à oreilles, de cuivre, qui traverſe le bois, & qui y fait elle-même ſon écrou.

Chaque moulinet eſt compoſé de quatre aîles de bois mince d'égal poids, & qui ont chacune quatorze lignes de largeur ſur trois pouces de longueur, ſans compter le tenon; elles ſe placent à égales diſtances l'une de l'autre ſur le pourtour, & au milieu de la longueur du moyeu qui a quatorze à quinze lignes de groſſeur en cet endroit-là, & qui s'étend d'un pilier à l'autre, ayant à ſes extrêmités deux petites pointes de fer, ſaillantes d'une ligne, ſur leſquelles il a été tourné;

ces pointes sont reçues d'une part dans la virolle de cuivre dont le pilier du milieu est garni, & à l'autre côté, par le bout de la vis, où l'on a pratiqué aussi un petit trou conique de sorte que chaque moyeu garni de ses aîles, peut tourner entre ces deux points d'autant plus librement que la vis est moins serrée.

A l'un de ces moulinets les aîles sont attachées à demeure, ayant toutes les quatre leur largeur dans des plans qui passent par l'axe du moyeu sans le couper. A l'autre, les aîles peuvent tourner sur leurs tenons, qui sont fendus pour faire ressort : au moyen de quoi on peut les placer comme les précédentes, ou mettre leur largeur dans un même plan, perpendiculaire à la longueur de l'axe.

Les deux moulinets reçoivent leur mouvement d'un seul & même ressort, qui est fait d'une lame de cuivre bien écrouïe, & qui peut être découpé & à jour, comme on le voit par la figure citée en marge ci-dessus. On peut aussi lui donner simplement la forme d'un T; car l'essentiel est qu'il ait par le haut

deux bras, afin qu'en se débandant, il pousse & fasse reculer les deux chevilles courbes *N*, *N*, qui tiennent aux moyeux. Mais quelque forme qu'on lui donne d'ailleurs, il faut qu'il tienne par enbas au pilier du milieu sur lequel on ménagera pour cela une partie plate. Il est nécessaire de plus, qu'il puisse se hausser & s'abaisser : ce mouvement lui est procuré, par deux petites rainures à jour, qui sont au-dessus & au-dessous du bouton *M*, & par lesquelles on fait entrer deux vis en bois à têtes plates, qui le retiennent contre le bois, en lui laissant la liberté de glisser de bas en haut ou en sens contraire.

Quand le ressort est détendu, il fait un angle avec la partie d'en-bas ou sont les rainures, de sorte que son extrêmité supérieure, est écartée du pilier d'environ quinze à seize lignes. Lorsqu'on veut le tendre, on le presse d'une main pour l'approcher du pilier, & de l'autre main on pousse le bouton *M*, pour faire entrer la partie d'en-haut sous un mantonnet qui tient à la virolle de cuivre. Alors on fait tourner les moyeux jusqu'à ce que

les deux chevilles courbes *N*, *N*, reposent sur les deux bras du ressort; qui se détend, & fait tourner les deux moulinets, dès qu'on appuie sur le bouton *M*, pour le faire descendre seulement d'une ligne.

Pour faire l'expérience à laquelle cette machine est destinée, on commence par mettre les aîles mobiles de l'un des moulinets, dans la même situation où sont fixées celles de l'autre: & l'on observe que l'impulsion du ressort, commune aux deux, leur fait faire à-peu-près un égal nombre de tours. Après cela, on tourne les quatre aîles mobiles de façon qu'en faisant leur révolution, elles ne présentent à l'air que leur épaisseur, qui est fort petite; & l'on remarque que ce dernier moulinet, qui ne reçoit pas plus de mouvement que l'autre, le conserve bien plus long-temps, en tournant beaucoup plus vîte.

Il est presque inutile de dire, qu'avant l'expérience, il faut mettre une goutte d'huile aux pointes des moyeux, aux chevilles courbes, qui reçoivent l'impulsion, & au bord des rainures qui

qui frottent contre les têtes des vis, quand on abaiſſe le bouton *M.*

CETTE troiſieme expérience ſe fait encore très-bien avec le mouvement d'horlogerie employé dans la ſeconde, & que j'ai décrit ci-deſſus, *pag.* 85. car on verra que les coups de marteau ſur le timbre ſont bien plus fréquents, lorſque les aîles du volant ſe préſentent de face en tournant, que quand elles ſe préſentent par leur tranchant.

ON peut ſuppléer au défaut des deux dernieres machines, avec deux pendules d'égal poids, & d'égale longueur, dont les volumes ſeroient très-inégaux.

Que l'on prenne, par exemple, une boule de liége de deux pouces de diametre ou environ, & une balle de plomb, ſi elles peſent autant l'une que l'autre, les volumes ſeront très-différents; qu'on les ſuſpende avec des fils menus, de maniere que du centre de chaque boule, au point de ſuſpenſion les diſtances ſoient égales de part & d'autre. Si en les tirant de leur à plomb, on les éleve à des hauteurs égales, & qu'on les laiſſe aller en même temps, elles partiront avec des

quantités égales de mouvement : cependant on s'appercevra bien-tôt que les oscillations de la boule de liége deviennent plus lentes ou conservent moins d'amplitude, que celles de la boule de plomb.

On fera une boule de liége aussi grosse qu'on voudra, en collant les unes sur les autres des rondelles de cette écorce, & en arrondissant ensuite l'assemblage, avec une rape en bois. On augmentera aussi de beaucoup leur légéreté, si l'on veut, en évidant les rondelles avant de les coller ; toute matiere légere, qui peut être arrondie, ou qui l'est naturellement, sera également bonne.

Premiere Expérience.

III. Section. Art. 2. Pl. III. Fig. 9.

LA machine dont je me sers dans les expériences sur le frottement, & qui est représentée par la figure citée en marge, a souffert quelques changements, depuis qu'elle a été gravée ; ainsi la description que j'en vais faire, ne s'accordera pas en tout point avec celle qui se lit à la page 240. du Tome I. des *Leçons de Physique*. J'en préviens le Lecteur, afin qu'il ne cherche dans

la *Fig.* 9. que le nombre & la disposition des pieces qui sont toujours les mêmes.

La principale piece de cette machine est une roue de cuivre sans denture (*Pl. IV. Fig.* 3.) qui a près de quatre pouces de diametre, & deux lignes d'épaisseur. Elle est fixée sur un arbre d'acier, qui est représenté de demi-grandeur, & dans toutes ses proportions par *A B* : ces deux lettres avec *C*, *D*, désignent quatre parties cylindriques, mais, comme l'on voit, de différentes grosseurs ; il faut qu'elles soient tournées bien rondes, & que les surfaces soient parfaitement polies, ce qui est compris entre *C* & *D*, est limé à huit pans égaux ; *E* est une virolle de cuivre chassée à force ; qui forme un renflement, pour recevoir le bout d'un ressort de montre *X x*, qui doit y être attaché avec une vis, & dont il sera fait mention ci-après : *F G*, est encore un virolle de cuivre fixée sur l'arbre, & dont la partie du milieu, qui est plus grosse que les deux autres, a une face droite qui sert de portée ou d'assiette à la roue. Cette roue ne doit être qu'ébauchée, quand

on la rive en G ; on l'achéve en faiſant tourner l'arbre ſur les deux pointes qui ſont à ſes extrêmités. Nous appellerons cette roue ainſi enarbrée, *le grand rouleau.*

H H, & *h h*, *Fig.* 4, ſont deux ſupports de métal, qui doivent être attachés en face l'un de l'autre ſur une platine de cuivre qui leur ſert de baſe commune, comme *i i*, *Fig.* 3. pour porter une paire de rouleaux, c'eſt-à-dire, une paire de roues ſans denture, très-minces, & très-légéres, de trois pouces deux lignes de diametre. Ces roues ſont de cuivre ; leurs arbres ſont d'acier avec des pivots fort menus, & les troux *H*, *H*, & *h*, *h*, dans leſquels ils tournent très-librement, ſont à deux pouces quatre lignes de diſtance l'un de l'autre.

La longueur de chaque arbre entre ſes pivots eſt d'un pouce, mais le rouleau n'eſt point placé au milieu ; & dans chaque paire il y en a un qui en approche moins que l'autre, afin qu'ils puiſſent tourner ſans ſe toucher, laiſſant entr'eux un eſpace d'une bonne ligne ; celui des deux rouleaux qui eſt le plus près du montant *H*,

n'en eſt éloigné que de deux lignes.

Je dis que cela eſt ainſi dans chaque paire de rouleaux, parce qu'effectivement, il y en a deux paires tout à fait ſemblables entr'elles, & qui ſont attachées vis-à-vis l'une de l'autre avec des vis, ſur une tablette de bois *K L*, & à telle diſtance, que le grand rouleau étant placé comme on le voit dans l'enſemble à la lettre *Q*, ſon arbre ne touche point tout-à-fait par ſes extrêmités aux deux montans *H*, *H*.

Ces deux montans plus hauts que les autres portent, deux vis *M*, *m*, qui traverſent leur épaiſſeur à trois lignes au-deſſus de l'interſection des deux petits rouleaux : ces deux vis ſont percées ſuivant leur longueur, pour recevoir très-librement les deux bouts *A* & *B* de l'arbre du grand rouleau, quand on les fait avancer : de ſorte que ces deux parties cylindriques de l'arbre, qui ne doivent point avoir plus de $\frac{2}{3}$ de ligne de diametre peuvent, quand on le veut, entrer & tourner dans ces troux, ou bien ſe poſer ſur les interſections des deux paires de rouleaux, comme il eſt repréſenté

à la lettre *a* dans l'enſemble Q.

Sur la virolle *E*, eſt attaché comme je l'ai dit ci-deſſus, le bout d'un reſſort ſpiral *X*, ſemblable à celui qu'on met dans le barillet d'une montre, lequel après avoir fait deux révolutions & demie autour de cette partie de l'arbre, vient s'attacher par l'autre bout *x*, à une petite piece *g*, qui eſt fixée au montant *h*, & fendue pour le recevoir, avec une vis de preſſion pour l'arrêter; au moyen de quoi on peut le rendre plus ou moins roide en le faiſant gliſſer d'un côté ou de l'autre avant de ſerrer la vis: voyez l'enſemble à la lettre Q.

Pour mettre le grand rouleau en mouvement, ſoit quand il eſt porté par les vis *M*, *m*, ſoit quand on l'a poſé ſur les interſections des deux paires de rouleaux, il faut le faire tourner dans le ſens qui bande le reſſort, & le laiſſer aller; alors obéiſſant aux vibrations de la lame ſpirale, il tourne alternativement en deux ſens oppoſés, & cela dure un certain temps; mais pour être ſûr, que le mouvement qu'il a, ne lui vient que du reſſort, au lieu de le laiſſer échaper avec

la main, il vaut mieux ſe ſervir de la détente que je vais décrire.

n o, eſt un pilier de cuivre, qui porte un levier angulaire *p n r*, dont la branche verticale, eſt terminée en crochet : ce levier a en *n* un mouvement de compas, par le moyen duquel la partie *p*, peut s'avancer de quelques *lignes*, ou ſe reculer d'autant; quand on pouſſe l'autre branche de bas en haut, ou dans le ſens contraire. Le tenon du pilier formé en vis traverſe la tablette de bois *K L*, & s'arrête par-deſſous avec un écrou : cette piece doit être placée tout auprès du grand rouleau, ſans cependant qu'elle puiſſe gêner ſon mouvement, quand une fois on le lui a donné; & aſſez près de ſa circonférence, pour que le crochet *p*, en s'avançant, puiſſe l'arrêter par l'extrêmité d'un de ſes quatre rayons, & le laiſſer échapper, quand on fera baiſſer la branche *r*.

Dans la partie oppoſée à celle où eſt placée la détente dont je viens de parler, & vis-à-vis la portion cylindrique de l'arbre compriſe entre *d* & *g*, on a fixé par un tenon à vis & un

écrou, le portant *T*, dont la tête est traversée par une vis *S*. Sur cette vis sont enfilés & tournent très-librement deux leviers de cuivre écroui *v u*, représentés de demi-grandeur par la *Fig.* 5; on fait tourner ces leviers sur une vis, & non pas sur une broche lisse, afin que les pieces étant à la distance de quelques filets les unes des autres, ne puissent point s'approcher davantage ni se toucher; cette partie de chaque levier est formée en fourchette ou en croissant, par ce moyen on l'empêche de se porter ni à droite ni à gauche; & pour procurer aux deux ensemble, un parfait parallélisme, on a échancré les deux croissants l'un en dessus, l'autre en dessous.

Chacun de ces levier a une ligne d'épaisseur, & deux lignes de largeur sur toute sa longueur, & le portant les tient à telle hauteur, que quand l'arbre du grand rouleau est posé sur les intersections des petits, ces leviers en s'abaissant sur la partie *d g*, se trouvent dans une situation horizontale : ils sont tous deux d'égal poids, mais on peut les charger par leur extrêmité, comme il est marqué dans la figure.

Par le moyen de la petite vis *z* qui avance & recule autant qu'on le veut, on peut ſoulever l'un des deux leviers, en la faiſant paſſer deſſous, & alors il ne touche plus l'arbre, & porte ſon poids ſur l'autre levier.

La tablette de bois ſur laquelle toute la machine eſt établie, peut être ronde ou octogone, & portée ſur un pied à patte en forme de guéridon; mais ſi l'on eſt à portée des Sculpteurs, Doreurs, Verniſſeurs, &c on pourra imiter celui qui eſt gravé dans les *Leçons de Phyſique*, ou enchérir deſſus. Il en ſera de même des ſupports de rouleaux, & des autres portans, que j'ai repréſentés comme étant faits à la lime, parce que cela peut s'exécuter preſque par-tout; mais ſi l'on peut employer un Ciſeleur, on rendra la machine plus élégante, en faiſant fondre ces pieces ſur des modeles de bois ſculptés, & en les faiſant mettre en couleur d'or, après qu'elles auront été reparées, & finies.

Pour la premiere expérience, vous commencerez donc, comme il eſt dit Tome premier des *Leçons de Phyſi-*

que, *page* 241, par placer les pivots *A* & *B* du grand rouleau dans les trous des vis *M*, *m*; puis ayant fait une marque à la circonférence vis-à-vis d'un des croiſillons, vous lui ferez faire un tour dans le ſens qui bande le reſſort, & vous arrêterez le croiſillon ſous le crochet de la détente, que vous lâcherez enſuite; & vous compterez les vibrations du reſſort, juſqu'à ce que le rouleau ſoit revenu au repos.

Après cela, vous placerez les deux pivots ſur les interſections des rouleaux; vous remettrez le grand rouleau en mouvement, comme dans le cas précédent, & vous compterez encore les vibrations du reſſort, juſqu'à ce que le mouvement ſoit entiérement ceſſé.

Dans ces deux premiers cas, vous ne chargerez point l'arbre avec les leviers *v u*; mais vous mettrez une petite goutte d'huile d'olives aux pivots des petits rouleaux, & point ailleurs.

Pour expliquer aux commençants en quoi conſiſtent les frottements, comment ils différent entr'eux, pour-

quoi il font diminuer la vîteſſe du mobile, & ce qui fait que les uns y nuiſent plus que les autres, on peut ſe ſervir 1°. De deux tablettes de bois qui aient cinq à ſix pouces de longueur ſur trois de largeur ou à-peu-près, dont une face bien dreſſée au rabot ſoit enduite de quelques couches de *blanc* d'Eſpagne détrempé à la colle; cette peinture étant ſéche, ſi l'on fait frotter l'une contre l'autre les deux faces enduites, on en verra ſortir une pouſſiere blanche qui fera voir, que par le frottement les parties *les plus ſaillantes* ont été arrachées, ce qui ne peut ſe faire qu'aux dépens de la vîteſſe du mobile.

2°. On peut encore ſe munir d'une régle de cuivre, longue de neuf à dix pouces, large de ſix à ſept lignes, dont l'une des faces ſoit taillée pour s'engrener avec une roue dentée de même métal, qui ait environ trois pouces de diametre, & dont l'axe terminé par deux pivots, tourne dans une fourchette de métal qu'on mene avec la main *Pl. V. Fig.* 1. Si l'on empêche la roue de tourner, & qu'étant appuyée par une partie de ſa cir-

conférence, on la tire d'un bout à l'autre de la régle dentée, comme on fait traîner ſur un terrein pavé, celle d'une voiture qui eſt enrayée ; on remarquera que ce mouvement n'eſt point aiſé, & que la roue ne fait que ſauter d'un ſillon à l'autre de la régle ; cela aidera à concevoir le frottement de la premiere eſpece, qui eſt l'application ſucceſſive des mêmes parties d'une ſurface à différentes parties d'une autre ſurface, & qui exige que les parties engrenées, ſe plient, s'arrachent, ou que les corps qui ſe frottent s'écartent l'un de l'autre.

Mais ſi en promenant la roue d'un bout à l'autre de la régle dentée, on la laiſſe tourner librement, les dents de ces deux pieces, s'engreneront & ſe déſengreneront ſucceſſivement, & ſans une réſiſtance ſenſible ; ce qui donnera l'idée du frottement de la ſeconde eſpece, qui eſt l'application ſucceſſive des différentes parties d'une ſurface à différentes parties d'une autre ſurface.

Seconde Expérience.

On ſe ſert dans cette expérience

de la même machine qui a servi pour la premiere ; en laissant l'arbre du grand rouleau posé sur les intersections des petits, on abaisse les deux leviers *v*, *u*, jusqu'à ce qu'ils reposent sur la partie *d g*, de l'arbre ; on souleve le premier en faisant avancer par-dessous la petite vis qui traverse le second ; alors celui-ci chargé du poids de l'autre, repose seul sur l'arbre : on tend le ressort, comme dans la premiere expérience ; on met le grand rouleau en mouvement, en faisant reculer *la détente*, & l'on compte les vibrations jusqu'à la fin.

Ensuite on recommence l'expérience, en faisant porter les deux leviers *v*, *u*, sur l'arbre du grand rouleau ; il ne faut pour cela que faire reculer la petite vis, qui soulevoit l'un des deux ; & l'on compte combien il se fait de vibrations : dans ce dernier cas, il y en a toujours moins que dans le premier, ce qui prouve que la quantité des surfaces doit entrer en compte dans l'estimation des frottements.

Il est à propos de faire voir que le frottement ralentit la vîtesse des

fluides comme celle des solides; & que cet effet augmente aussi par la grandeur des surfaces : voici le moyen dont je me sers ordinairement pour le prouver.

A, *Pl. V. Fig.* 2. est une caisse de bois doublée de plomb laminé; on la pourroit faire de ferblanc ou de toute autre matiere capable de contenir de l'eau : elle a en dedans un pied de longueur, cinq pouces de largeur, & six pouces de profondeur, au fond de cette caisse, & à un pouce $\frac{1}{2}$ de distance de l'un des grands côtés, sont soudés deux tuyaux cylindriques de laiton *B*, *C*, de deux pieds & demi de longueur, dont l'un a dix lignes & l'autre seulement cinq de diametre intérieurement. Tous deux sont ouverts de toute leur largeur par le bout qui tient à la caisse, & fermés en *D*, par une petite plaque circulaire de même métal, ayant au centre un petit trou rond bien ébarbé, d'une demi-ligne de diametre. La caisse étant posée sur le bord d'une table un peu haute, on la remplit avec de l'eau nette, qui descend par les tuyaux, & remonte en formant deux jets.

Ces jets sont d'égale grosseur, parce que l'eau qui les forme, passe par des trous de même grandeur; mais on remarque 1°. Que ni l'un ni l'autre, ne monte aussi haut que le réservoir, ce qui vient en partie du frottement que l'eau éprouve dans les tuyaux. 2°. Celui du petit tuyau se tient toujours plus bas que l'autre, ce qui prouve inconteſtablement, que l'eau qui descend par ce tuyau, éprouve plus de frottement que celle qui tombe par l'autre; & cela doit s'attribuer à sa surface, qui est deux fois aussi grande que celle du tuyau *C*, eû égard aux volumes d'eau qui sont contenus dans l'un & dans l'autre. Car la surface intérieure du plus gros qui a dix lignes de diametre, n'est que double de celle du plus petit qui en a cinq, tandis que le volume d'eau qui le remplit, est quadruple.

Troisieme Expérience.

CETTE expérience se fait encore avec la même machine, qui a servi pour les deux premieres. Laissant toujours l'axe du grand rouleau posé sur

les interſections des petits, vous ne ferez d'abord porter que l'un des deux leviers ſur la partie *g d;* vous tendrez le reſſort, vous mettrez le grand rouleau en mouvement, & vous compterez les vibrations.

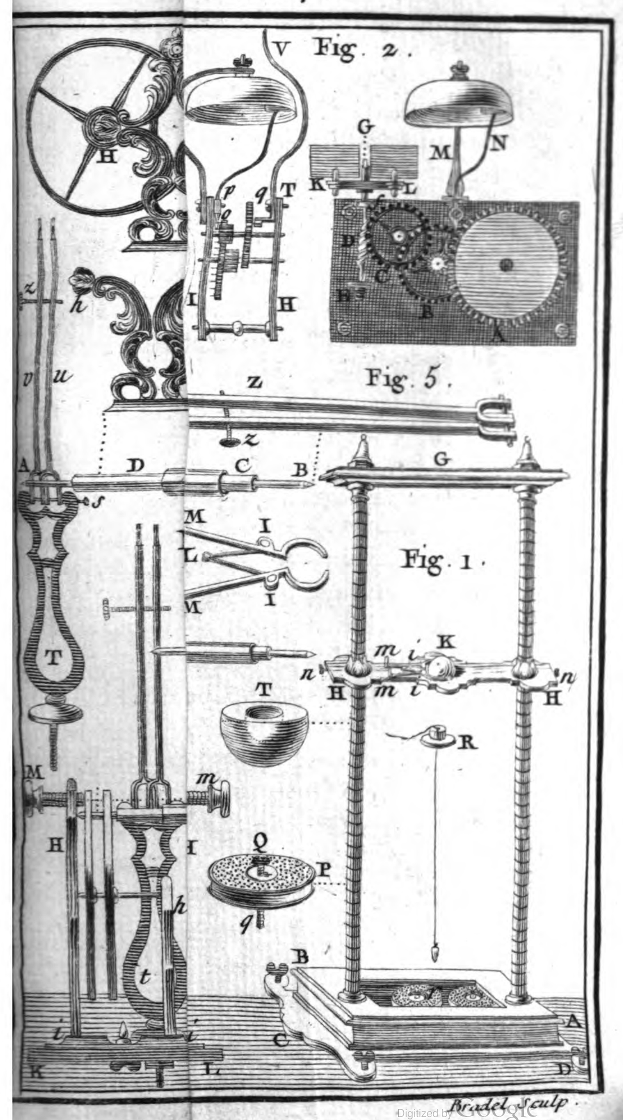
Enſuite, vous ferez porter les deux leviers enſemble ſur la partie *g d;* puis ayant tendu le reſſort, comme ci-devant, & mis le grand rouleau en mouvement, vous compterez encore les vibrations.

Dans le premier cas, le frottement ſe fait par une ſurface, & une preſſion qui eſt le poid du levier; dans le ſecond cas, il ſe fait par deux ſurfaces, & double preſſion; en comparant les deux réſultats, vous verrez que la double preſſion augmente d'avantage les effets du frottement que la double ſurface.

A la ſuite des expériences ſur les frottemens, on peut faire voir par l'exemple ſuivant, comment l'uſage des rouleaux facilite le mouvement des corps graves qu'on eſt obligé de traîner, en ſubſtituant le frottement de la ſeconde eſpece à celui de la premiere.

E F,

II. Pl. 4.



E F, *Pl. V. Fig.* 3. eſt une planche bien dreſſée & bien unie qui a trois pieds de longueur ſur cinq ou ſix pouces de largeur ; *H* eſt une piece de bois de chêne équarrie, longue de quatorze ou quinze pouces, & dont chaque face a environ deux pouces de largeur ; une ganſe de ſoie fort menue *eſt* attachée à cette piece, & va paſſer ſur une poulie élevée en *F*, ſur le bord de la planche ; elle eſt tirée par un poids *G*, garni d'un crochet.

On poſe d'abord la piece *H* à plat ſur la planche que l'on met de niveau ſur une table ; on attache au bout de la ganſe un poids tel qu'il le faut pour faire avancer la piece de bois ; enſuite on poſe la même piece ſur deux petits cylindres de cinq à ſix lignes de diametre, & l'on voit qu'un poids beaucoup moindre que le précédent ſuffit pour faire venir la piece *H* vers la poulie : la différence des poids indique celle des réſiſtances que produiſent ces deux eſpeces de frottements.

AVIS

Concernant la QUATRIEME LEÇON.

Premiere Expérience.

IV. LEÇON. I. Section. *Pl. I. Fig.* 2.

L'INSPECTION seule de la figure citée en marge, s'uffira pour donner connoissance de la machine, qui d'ailleurs n'est assujettie, ni à la forme, ni à des mesures précises; il n'est question que de faire tomber de dix-huit à vingt pouces de hauteur, une balle de plomb bien ronde, de six à sept lignes de diametre, dans le milieu d'un vase de verre ou de crystal, garni au fond d'une couche de terre glaise, assez molle pour que la balle puisse s'y enfoncer de quelques lignes de profondeur, & assez épaisse pour empêcher que le vase ne soit cassé.

Si l'on s'étoit muni de la machine à colonnes que j'ai décrite dans les *Avis* sur la troisieme Leçon, *Pl. IV. Fig.* 1. on pourroit la substituer à celle-ci, en couvrant le milieu de la caisse avec une petite planche, pour placer dessus le vase de verre, & en remplis-

ſant le trou *K*, de la traverſe mobile, avec un petit cylindre de bois dur, percé ſuivant ſa longueur d'un trou calibré ſelon la groſſeur de la balle qui doit y paſſer.

On fera tomber cette balle plus commodément, ſi on la tient ſuſpendue par un petit bout de fil d'un pouce de longueur, quand on la préſentera dans le canon ou dans le trou par lequel elle doit commencer ſa chûte.

Si l'on n'a point de vaſe fait exprès pour cette expérience, on ſe ſervira d'un récipient de machine pneumatique long & étroit, que l'on tiendra dans une ſituation renverſée, en lui préparant un pied de bois ou de ferblanc, auquel on le joindra par ſon bouton, ou par ſon goulot, s'il en a un.

Seconde Expérience.

IL n'eſt pas prudent de faire cette expérience dans une chambre, à cauſe des accidents qu'on auroit à craindre d'une balle mal adroitement dirigée, ou dont les éclats pouroient rejaillir, ſi elle rencontroit un corps *Pl. II. Fig. 4.*

dur. Il faut choisir pour cela quelque endroit convenable dans un jardin ou dans la campagne : & l'on pourra simplifier beaucoup l'appareil en supprimant le quart de cercle & son pied ; car il n'est pas question de tirer sous un angle précis, il suffit qu'il ait vingt-cinq à trente degrés, ou même un peu plus.

Au lieu d'un baquet ou d'une baignoire pleine d'eau, servez-vous d'une caisse de sapin, semblable à celles qu'on fait pour les emballages ; qu'elle ait quatre pieds de long, dix-huit pouces de large & deux pieds de profondeur : laissez-la entiérement ouverte par en haut, & faites au fond d'en-bas plusieurs trous, comme pour passer le doigt. Descendez cette caisse dans un bassin, ou dans un courant qui n'ait pas beaucoup de rapidité, & fixez-la avec des pieux ou autrement, mais de maniere que son bord supérieur soit presque à fleur d'eau : servez vous de gaze, plûtôt que de papier, tant pour couvrir l'eau dans la partie moyenne de la caisse, que pour le chassis vertical *E*. Que la planche de sapin, qui doit recevoir

l'impreſſion de la balle, deſcende juſqu'au fond par une couliſſe qui la maintienne contre le petit côté de la caiſſe ; & tracez-deſſus avec de la pierre noire, une ligne qui réponde juſte à la ſurface de l'eau.

Pour tirer la balle placez-vous ſur une ligne, qui paſſe par le milieu de la largeur de la caiſſe & parallélement à ſes deux côtés longs, comme *B C*, *Pl. V. Fig.* 3. élevez ſur cette ligne deux poteaux *F*, *G*, *Fig.* 4. ou ſi c'eſt dans un jardin amenez-y l'échelle roulante avec laquelle on émonde les arbres ; fixez-y le canon de maniere qu'il ſoit pointé ſur le milieu *C* de la gaze qui couvre l'eau, & que vous verrez ſuffiſamment à travers le chaſſis élevé en *E* ; ſi la culaſſe placée en *A*, eſt élevée de ſept à huit pieds au-deſſus du niveau de l'eau, & que la diſtance *B C*, ſoit de vingt pieds, vous tirerez ſous un angle qui aura environ vingt degrés, ce qui ſuffira pour faire réuſſir cette expérience, qui n'exige pas plus de préciſion.

Mais comme la balle ſe déforme en frappant l'eau, & qu'elle s'y en-

fonce quelquefois assez irréguliérement, pour rendre l'effet de la réfraction insensible ou douteux, ce n'est qu'après plusieurs coups qu'on en peut juger sûrement; c'est pourquoi le canon doit être attaché de maniere qu'on puisse l'ôter aisément pour le recharger, & le remettre de même; on se procurera cette commodité, en l'attachant à une piece de bois *H*, percée au bout qui répond à la culasse, pour entrer sur une broche de fer attachée au poteau le plus reculé, & portant une vis avec un écrou qui retient la piece de bois; & en faisant porter l'autre bout sur un mentonnet de fer ou de bois, qu'on arrête plus haut ou plus bas, suivant l'inclinaison qu'on veut donner au canon : voyez la *Fig.* 4, & supposez que les deux poteaux *F*, *G*, sont élevés verticalement sur la ligne *B C*.

Pour reconnoître l'effet de la réfraction, il faudra tracer sur un plan quelconque, la coupe de la caisse avec ses proportions, comme *g h i k*, & la ligne *E C* que vous donneront les centres des trous faits par la balle dans les gazes. Vous prolongerez cette

ligne jusques en *D*, où la balle devroit frapper, s'il n'y avoit point de réfraction ; si ayant retiré de l'eau la planche de sapin qui a reçu le coup, vous trouvez que de la ligne noire que vous y avez tracée pour marquer la surface de l'eau, au centre de l'impression faite par la balle, il y a une distance moindre que *g D*, ayant égard à l'épaisseur de la planche, vous serez sûr que la balle en entrant dans l'eau, s'est relevée vers la surface; & c'est tout ce qu'on peut attendre de cette expérience; car ce seroit une affaire trop délicate, que de vouloir connoître par là, le rapport du sinus d'incidence *E k*, au sinus de réfraction *g x*.

Troisieme Expérience.

POUR tirer sous un angle de cinq degrés avec l'appareil dont j'ai fait mention dans l'expérience précédente, il faut de deux choses l'une, ou s'éloigner beaucoup de la caisse, ou placer le canon bien plus bas. Le dernier parti est celui qu'il faut prendre, pour conserver plus de vîtesse à la balle, & pour la diriger plus faci-

IV. LEÇON. I. Sect. Pl. II. Fig. 4.

lement. Si la diſtance de *C* en *B* (*Fig.* 3.) eſt toujours de vingt pieds, il faudra que la culaſſe du canon placé en *L*, ſoit tout au plus de deux pieds au-deſſus du niveau de l'eau, & tâcher que la balle paſſe un peu au-deſſus du bord de la caiſſe en *k*, afin que le coup ſe porte plus haut dans la planche élevée en *g*.

On peut ſe paſſer de mettre une gaze ſur la ſurface de l'eau ; il ſuffit qu'il y ait une marque qui indique le bord antérieur de la caiſſe : mais il eſt néceſſaire de tirer avec de groſſes balles ; ſi elles avoient moins de ſix lignes de diametre, elles pourroient bien entrer dans l'eau & ne point rejaillir.

Un des inconvénients qui nuiſent le plus dans ces expériences, c'eſt que les effets ſont petits, & que le plomb en perdant ſa rondeur par le choc de l'eau, ne repréſente pas toujours une réfraction telle qu'on l'attend en comptant ſur ſa ſphéricité ; on aura des effets plus marqués & plus conſtants, avec des boulets de fer quand on ſera à portée de s'en ſervir : & ſi l'on en peut employer de différents calibres, on

on verra de plus que les réfractions, toutes choses égales d'ailleurs, sont d'autant plus grandes, que les boulets ont plus de diametre : & que l'angle d'incidence qui seroit trop grand pour faire rejaillir un petit boulet de dessus l'eau, ne le sera point trop pour un plus gros.

Premiere Expérience.

LA machine représentée par la figure citée en marge, & que le Lecteur doit avoir actuellement sous ses yeux, a pour base une planche longue de dix-huit pouces, large de six & de treize à quatorze lignes d'épaisseur : elle est ornée d'une moulure tout autour, & montée sur trois vis en bois ou en cuivre, qui servent à la caler pour la mettre de niveau.

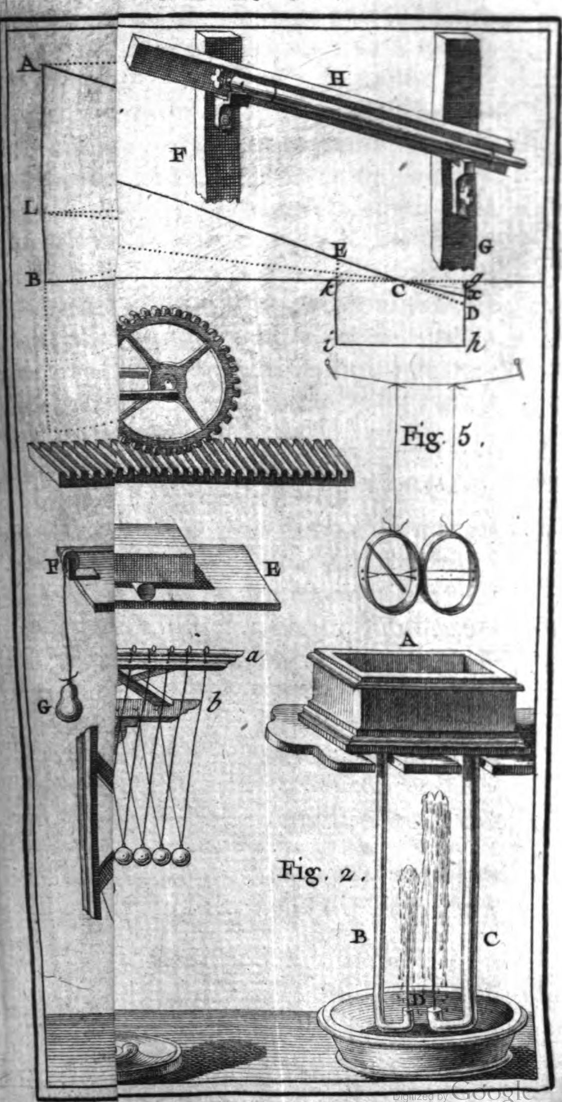
IV. LEÇON. II. Sect. Pl. V. Fig. 11.

Sur un des bouts de cette planche, est élevée à angle droit une espece de potence, dont le montant est large de quatre pouces $\frac{1}{2}$ jusqu'à la hauteur de dix pouces, après quoi elle est réduite à deux pouces $\frac{1}{2}$, ainsi que celle du bras *C* qu'il porte, & qui est élevé de vingt-huit pouces au-dessus de la base.

Sur un des côtés longs de cette base, & au défaut de la moulure, est élevé un chassis de dix pouces de hauteur, qui est joint aussi au montant de la potence ; le bord de ce chassis par en haut est paralléle à celui d'en bas, jusqu'à la distance de six pouces, à compter du montant de la potence, après quoi il est arrondi jusqu'en *B*, d'un trait de compas dont le centre est en *A* : il peut être rempli, avec de la volige collée à plats joints, si l'on n'aime mieux le couvrir de toile ; mais il faut toujours qu'il soit peint en blanc, pour qu'on y puisse tracer des lignes noires.

En *A* est un trou qui reçoit l'axe de la cuvette *AB*, lequel est retenu par derriere avec une clavette ; en *B* est une agraffe qui embrasse l'épaisseur du chassis, & qui porte une vis de pression, par le moyen de laquelle on arrête la cuvette à tel degrés d'inclinaison que l'on veut.

Le bras de la potence qui a onze pouces ½ de longueur, est creusé en-dessus pour recevoir une petite régle de bois taillée en queue d'aronde par ses bords, & fendue en four-


A
H
F
L
E
G
B
k
C
g
x
D
i
h
Fig. 5.
F
E
A
a
G
b
Fig. 2.
B
C
D

chette sur une partie de sa longueur ; au moyen de quoi elle glisse à frottement, & s'arrête d'elle-même où l'on veut ; cette petite régle porte le canon *C*, par où doit passer la balle d'yvoire; & afin que ce canon puisse aller & venir avec la régle, le bras de la potence qu'il traverse, est ouvert par une rainure à jour qui a trois ou quatre pouces de longueur, & autant de largeur qu'il en faut, pour permettre au canon de se mouvoir librement ; la balle doit avoir cinq à six lignes de diametre.

Deuxieme & troisieme Expérience. (a)

IV. Leçon. II. Sect. Pl. V. Fig. 11.

La tablette de marbre qu'on met ici à la place de la cuvette de l'expérience précédente, est contenue dans un cadre de bois, au petit côté duquel est attaché le pivot ou l'axe sur lequel se fait le mouvement ; & il porte de même une agraffe en *B*, pour l'arrêter dans la situation où l'on veut qu'il soit.

Il faut choisir du marbre noir par

(a) Dans quelques éditions cette expérience est marquée *IV. expérience* ; c'est une faute d'impression.

préference à tout autre ; parce que la tache que fait la balle sur le luisant que l'huile lui a donné, s'y apperçoit mieux.

Supposez donc que vous ayez donné à la tablette de marbre l'inclinaison *A D*; la base de la machine étant de niveau, vous ferez passer par l'axe du canon un fil d'aplomb, que vous ferez avancer ou reculer jusqu'à ce qu'il vous donne le point *E* à-peu-près au milieu de la longueur du marbre; de ce point vous tracerez sur le chassis, le demi-cercle *D F A*; vous aurez par la ligne d'aplomb & la partie *E D* du marbre, l'angle d'incidence de votre balle d'yvoire, vous tirerez la ligne *E F*, qui vous donnera un pareil angle avec l'autre partie du marbre, & cette ligne *E F*, sera celle que doit suivre la balle par son mouvemet réfléchi. S'il y a sur le montant de la potence un enduit de cire molle ou de glaise à l'endroit où répond cette ligne, vous verrez en répétant l'expérience plusieurs fois de suite, qu'il s'en faudra de peu que la balle ne tienne cette route ; je dis qu'il s'en faudra de peu, parce

qu'on ne doit point exiger qu'elle la ſuivre rigoureuſement : cette balle doit donner quelque choſe à ſa péſanteur, dans le trajet qu'elle fait du point *E* jusqu'au montant où elle va frapper.

Si l'on ne veut point faire frapper la balle contre un enduit de terre ou de cire molle, on peut pratiquer au montant une piece à couliſſe *G*, qui ſoit creuſe, & qui préſente une ouverture dans laquelle cette balle puiſſe entrer & retomber par en bas.

Expériences ſur le choc des corps.

Je fais les expériences ſur le choc des corps ſuivant la méthode de M. Mariotte, c'eſt-à-dire que j'employe des corps ſphériques que je tiens ſuſpendus à des points fixes par des fils, & dont je meſure les degrés de vîteſſe, par l'arc qu'ils ont à décrire pour deſcendre à leur aplomb, quand je les en ai tirés. Mais j'ai cherché à rendre ſa machine plus commode & plus expéditive, ce qui m'a porté à y faire pluſieurs changemens, depuis qu'elle a été gravée pour la premiere édition du Tome I. des *Leçons de Phyſi-*

IV. I. Leçon. III. Sect. *Pl. VII. Fig.* 17. & 20.

que ; je vais la décrire telle qu'elle est aujourd'hui dans mon école de Paris.

AB, *CD*, *Pl. VI. Fig.* 1. sont deux pieces de bois d'un pouce & demi d'épaisseur, entaillées & croisées l'une sur l'autre, liées ensemble par quatre autres pieces *F*, *F*, *F*, *F*, plus minces, mais qui les affleurent par-devant, le tout chantourné comme dans la figure. Ce premier assemblage est surmonté d'une fleche, de même épaisseur que la piece *AB*, & terminée par une tête en forme de trefle. Cette fleche peut être d'une même piece avec le montant *AB*, ou si l'on veut, elle s'y joint par un emmanchement qui se fait au-dessus de *B*, & qui donne la facilité de l'en séparer, en ôtant une vis de bois qui a son écrou par derriere.

Le montant *AB* est arrêté solidement sur le bord d'un pied triangulaire dont le plan est représenté par la figure *a b*; & il est appuyé par une console qui est derriere, comme on le peut voir par la *Fig.* 2. qui représente la machine vue de profil; le pied a une parclose chantournée de cinq

pouces de hauteur, avec un tiroir par-devant, & de grosses vis de bois aux trois angles pour le caler.

Comme presque tout le poid de la machine est en avant, on fera bien de rappeller le centre de gravité vers le milieu du pied, en attachant en-dessous quelques masses de plomb, le plus près qu'il sera possible de l'angle opposé au montant *A*.

Quand aux dimensions de toutes ces pieces, le Graveur a observé les proportions qu'elles ont entr'elles, il suffit de dire, que la hauteur d'*A* en *E*, est de sept pieds; & d'ailleurs, ces proportions peuvent varier un peu sans conséquence.

La piece la plus essentielle de la machine, est celle dont le développement se trouve dans la *Fig.* 3. *G G* ou *g g*, est une planche de trois pieds de longueur, de huit à dix lignes d'épaisseur & large de quatre pouces ½. Elle porte deux vis de bois *H*, *H* avec leur écrou, par le moyen desquelles elle s'attache en *C D*, & couvre toute la partie qui est tracée avec des points.

Cette planche est assemblée avec

une autre *II* ou *i i*, par le moyen de trois goussets longs de trois pouces $\frac{1}{2}$ *L*, *L*, *L*, dont les tenons sont collés de part & d'autre. Cette derniere, aussi épaisse que la premiere, & ornée comme elle d'une moulure tout autour, n'a que trente-quatre pouces de longueur & deux pouces $\frac{1}{2}$ de largeur. Sa face antérieure est creusée d'un bout à l'autre pour recevoir deux régles de bois comme *M*, qui désafleurent d'un quart de ligne, & dont les bords sont taillés en queue d'aronde, afin qu'elles ne puissent que glisser suivant leur longueur, sans sortir de la coulisse qui les contient; & afin qu'elles gardent mieux la place qu'on leur fait prendre, quand on les fait avancer ou reculer, elles sont refendues en fourchettes pour faire ressort.

Sur ces deux régles (qui désafleurent un peu comme je l'ai dit) & qui n'ont que quatorze lignes de largeur on en a collé deux autres un peu plus larges, qui les débordent d'environ deux lignes de chaque côté; mais en les collant on a eu l'attention de laisser une branche de chaque fourchette

libre, c'eſt-à-dire, ſans être collée, afin de lui conſerver le jeu de ſon reſſort.

Ces deux pieces ainſi préparées forment deux régles mobiles, qui peuvent s'avancer l'une vers l'autre juſqu'au milieu de la planche *II*, & s'écarter de même : chacune d'elle eſt diviſée ſur ſa longueur par pouces & par lignes, & porte à ſon extrêmité un petit bouton, ou quelque choſe d'équivalent, afin qu'on puiſſe la tirer aiſément.

Aux deux bouts de la planche *II*, ſont fixées deux brides de cuivre ou de fer poli, repréſentées de face en *K*, & de profil en *k*; qui embraſſent les régles dont je viens de parler, ſans gêner leur mouvement, & dont les tenons après avoir traverſé la planche, ſont retenus avec des goupilles. Ces deux ponts ou brides portent deux petits piliers ronds ou quarrés de métal *N, N*, qui ont dix-huit lignes de longueur, ſur quatre lignes de face : chacun d'eux eſt percé à jour de deux trous un peu plus longs que larges, & qui laiſſent entr'eux un intervalle de ſix à ſept lignes.

Quatre vis comme *o*, *o*, &c. de dix-huit lignes de longueur chacune, dont le diametre est égal à la hauteur de ces trous, mais qui sont un peu applaties à la lime, sur deux côtés pour s'accommoder à leur largeur, peuvent s'y mouvoir selon leur longueur, sans cependant tourner avec l'écrou, qui les tire en s'appuyant contre la face extérieure du pilier.

Ces vis étant en place & avancées de toute leur longueur les unes vers les autres, servent à tendre parallélement entr'eux & aux deux régles de la planche *i i*, des fils de laiton de la grosseur d'une épingle, qui s'y attachent par les deux bouts, au moyen d'un œil pratiqué à chacune d'elles : mais avant de les y arrêter, on enfile dessus un curseur *P*, fort léger, fait d'une lame de cuivre très-mince & terminée en pointe du côté des régles graduées ; cette petite lame est pliée d'équerre, par les bords de sa longueur ; & dans ces deux parties repliées, sont percés les trous par où passent très-librement les deux fils de laiton.

Le haut de la fleche *E* porte un bras de potence Q, *Fig.* 2. qui a quatorze pouces de longueur, chantourné par en haut, & droit par en bas; aux deux bouts de cette piece, on a fait deux entailles à un pied de distance l'une de l'autre, pour recevoir à angles droits deux verges de fer quarrées, qui s'y attachent avec des vis comme *R*, *R*.

Ces verges de fer n'ont que trois à quatres pouces de longueur & portent chacune deux boîtes de cuivre *S*, *S*, qui *glissent* dessus avec une vis de pression pour les arrêter, & pardessous, un petit crochet qu'on place le plus près du bord qu'il est possible.

T est un portant formé d'une lame de cuivre mince battue à froid, longue de six pouces, & dont la largeur est réduite presque à une demi ligne, excepté au *milieu* de sa longueur & à ses extrêmités, où l'on en a réservé un peu plus, pour y pouvoir percer des trous: *V* est un fil de laiton formé en crochet par en bas, & terminé par en haut en vis, avec une portée. Cette vis passe à travers la lame

T, & eſt reçue par un autre fil de laiton *x*, qui lui ſert d'écrou, & dont le bout ſupérieur eſt fendu avec un anneau plat & coulant qui fait ſerrer les deux parties quand on veut; de ſorte que ces deux pieces ainſi jointes préſentent d'un côté un crochet, & de l'autre, une pince dans laqu'elle un gros fil de ſoie a peine à gliſſer. La longueur de la partie *T* eſt de trois pouces; le reſte de part & d'autre eſt plié à angle droit, & les deux trous qui ſont aux extrêmités doivent ſe regarder, ainſi que la fente qui forme la pince *x*.

Pour ſuſpendre les boules, on prend un gros fil de ſoie bien uni, ou une ganſe très-fine, que l'on attache par un bout à l'un des crochets *s* à l'extrêmité du bras Q. Enſuite on fait paſſer le fil par les trous du portant que je viens de décrire, de là ſur l'autre crochet *s*, du même côté que le précédent: on amene le bout à une cheville *y* qui eſt au bas de la fleche, & ſur laquelle il s'arrête & s'enveloppe autant qu'il eſt néceſſaire.

Cette maniere de ſuſpendre les boules eſt commode pour contenir leurs

oscillations dans un même plan, ou, ce qui est la même chose, pour empêcher que la partie *V* du portant ne frotte contre les fils paralléles de métal de la piece *i i* entre lesquels elle se meut. On a aussi l'avantage en tournant la cheville *Y* de faire monter & descendre les boules à volonté, pour remettre leurs centres dans la même ligne, quand les diametres ne sont plus les mêmes. Enfin les deux branches du portant par où passe le fil de suspension, empêchent que les deux parties descendantes ne se tortillent, ce qui ne manqueroit pas d'arriver si elles formoient un angle fort aigu à la boule, & ce fil serré en *x* par la petite pince, contient la piece *V x*, & la boule qui est au bout, dans une situation verticale.

Dans les expériences sur le choc des corps, on employe des masses de figure sphérique, afin qu'il soit plus aisé de les faire choquer dans la ligne des centres; ces boules sont censées ou n'avoir point de ressort, ou en avoir un qui soit parfait; aucune matiere connue ne peut satis-

faire à ces deux conditions, à parler rigoureusement; mais il y en a qui ont si peu de ressort, qu'il n'est pas sensible, & d'autres sont tellement élastiques, qu'elles produisent à très-peu-près ce que la théorie annonce.

Pour faire des boules sans ressort, vous détremperez de la terre glaise avec un peu d'eau commune, & vous la manierez jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de grumeaux : vous pourrez même la faire passer par une grosse toile peu serrée pour être plus sûr qu'elle ne contient ni gravier, ni pierres, ni autre corps étranger. Vous la mêlerez ensuite à parties égales, avec du sablon passé au tamis, & vous lui ferez prendre la consistance d'une pâte très-flexible, mais qui ne s'attache plus aux doigts. Vous en formerez des boules *Z*, de quatre & de huit onces, y compris le poids d'un petit bouchon de liége que vous enfermerez au centre, & d'où part un fil de laiton, terminé par une petite boucle, qui doit excéder un peu la surface de la boule, pour l'accrocher au portant *V*.

Ces boules pourroient se faire dans

des moules qui s'ouvriroient en trois pieces : leur figure en seroit plus régulieres ; mais il est plus essentiel que leurs poids soient égaux, ou dans des rapports exacts, qu'on puisse comparer aisément ; & l'on auroit peine à concilier cette condition, avec des volumes invariables, & une matiere que plus ou moins d'humidité, ou quelque variation dans le mêlange, feroit souvent changer de densité. Il est donc plus à propos de les arrondir à la main, & l'expérience m'a fait voir, qu'avec un peu d'attention & d'adresse, on en vient aisément à bout.

Si l'on ne fait pas servir ces boules, aussi-tôt qu'on les a préparées, il faut les garder dans un linge doublé ou triplé, qui ait été mouillé, & que l'on ait pressé, pour n'y laisser que de la moiteur ; on fera bien aussi de vérifier de nouveau leur poids, s'il s'est passé un temps considérable comme un jour ou deux, depuis qu'elles ont été pesées.

On se procurera des boules élastiques en prenant des billes d'yvoire bien assorties, chez un Tabletier, ou

en les tournant soi-même, si on le sçait faire: il faut que l'yvoire ait eu le temps de sécher avant qu'on finisse les boules, de peur qu'il n'arrive quelque changement aux rapports de leurs poids; on fera bien de les ébaucher trois semaines ou un mois avant de les finir: on percera à chacune d'elles, un petit trou de trois à quatre lignes de profondeur, dans lequel on chassera à force un fil de métal gros comme une épingle, dont le bout excédent sera tourné en forme de boucle, avec une pince ronde.

Tout étant donc préparé comme je viens de l'expliquer, voici comment vous procéderez pour mettre la machine en usage: ayant attaché la piece *g g* en *C D*, par les deux vis *H H*, & suspendu une boule comme *s s*; de chaque côté du bras de potence Q, ayant soin que la tige *v* du portant se trouve entre les deux fils parallèles de la piece *i i*, vous tournerez les chevilles *Y Y*, jusqu'à ce que les deux boules aient leurs centres dans une même ligne horizontale; & lorsque la tige *v* vous paroîtra bien verticale, vous arrêterez le fil en *x* en serrant

serrant la pince : après cela vous ferez avancer ou reculer les quatre boîtes *s*, *s*, &c. jusqu'à ce que les deux boules commencent à se toucher, comme dans la *Fig.* 4. Vous calerez le pied par le moyen de ses trois vis, jusqu'à ce que l'endroit où se joignent les deux régles mobiles, se trouve *vis-à-vis* de celui où les boules se touchent, & que les tiges *v*, & sa pareille, se trouvent au milieu de l'espace compris entre les deux fils de laiton *n n*.

Cela étant fait, tirez de part & d'autre les deux régles mobiles, jusqu'à ce que le bout de chacune d'elles où est marqué *o* se trouve vis-à-vis de la tige *v* qui représente le centre de la boule par sa direction : mettez la pointe du curseur *P* un peu en deçà du chiffre, où vous prévoyez que doit aller le centre de la boule, quand elle aura été choquée ; tirez-la boule qui doit donner le choc, jusqu'à ce que la tige *v* soit vis-à-vis du chiffre d'où elle doit partir, & laissez-la sortir d'entre vos deux doigts sans la pousser ni d'un côté ni d'un autre, afin quelle n'aille

point frotter contre les fils de laiton. La boule choquée, à la fin de son mouvement, rencontrera le curseur & lui fera marquer sur la régle graduée, le trajet qu'elle aura fait.

On voit que les deux régles mobiles qui sont graduées en pouces & en lignes, servent à compter les degrés de vîtesses du corps choquant & du corps choqué; il eut été sans doute plus exact, que cette graduation en parties égales, fût faite sur un limbe circulaire dont le centre eût été à la hauteur de *s s*: mais ces régles étant droites, il est plus aisé de les rendre mobiles, que si elles étoient courbes; & quand le rayon a quatre pieds de longueur, & que les boules font peu de trajet, comme dans cette machine, il importe peu que les degrés soient marqués sur l'arc ou sur la corde.

Il y a des cas où l'on fait mouvoir les deux boules du même sens, avec des vîtesses inégales: alors si l'on éleve les boules de gauche à droite, par exemple, on comptera les degrés de vîtesse, par les chiffres de la régle qui est à droite, sans addition pour la

boule de la droite ; mais pour la boule de la gauche, il faudra tenir compte de l'intervalle qui sépare les deux régles, car son aplomb est à l'extrêmité de la régle à gauche ; si les boules sont de deux pouces de diametre, cet intervalle, est de deux pouces ; si vous comptez donner quatre degrés de vitesse à la boule à gauche, il suffira donc de l'élever au chiffre 2. de la régle à droite.

POUR faire entendre, comment deux corps élastiques qui se chocquent, prennent par leur réaction des mouvemens contraires à ceux qu'ils avoient, ayez deux anneaux plats, de trois à quatre pouces de diametre, faits avec du ressort de pendule, ou avec des lames de laiton bien écrouies ; percez-les sur leur largeur de deux trous à côté l'un de l'autre & diamétralement opposés à deux autres semblables. Suspendez ces deux anneaux avec des fils paralléles, comme dans la *Fig.* 9. *Pl. V.* liez-les ensemble avec un fil qui aille & revienne par les trous dont je viens de parler, & serrez-les pour leur faire prendre une figure un peu ovale, en

tordant le fil avec un bout d'allumette passé en travers; dès qu'ils seront ainsi préparés, si avec une petite bougie ou autrement, vous brûlez le fil dans l'autre anneau, où il n'est point tors, on les verra se séparer, & s'élancer en sens contraires l'un de l'autre.

COMME la communication du mouvement par les corps à ressort, se fait avec une promptitude inexprimable, il est bon d'en mettre des exemples sous les yeux des commençants, afin qu'ils en soient prévenus de bonne heure, & qu'ils en goûtent mieux les raisonnements qui rouleroient sur de pareilles suppositions: voici comment on peut s'y prendre pour prouver cette vérité.

A a, *B b*, *Fig.* 10. *Pl. V.* sont deux pieces de bois d'un pied de longueur, larges d'un pouce & demi, & d'environ huit lignes d'épaisseur, assemblées parallélement entr'elles, & à huit pouces de distance l'une de l'autre, par deux traverses croisées, le tout porté par un support qui a cinq pieds de hauteur, & dont la tige est emmanchée dans la piece *B b*.

Cette même piece porte à ſon bord inférieur ſept petits crochets à dix-huit lignes de diſtance les uns des autres, & vis-à-vis de ces crochets, au bord inférieur de la piece *A a*, ſont autant de petits trous, avec une cheville tournante à côté de chacun d'eux ; un fil de ſoie, attaché par un bout au premier crochet, va paſſer par le premier trou de la piece *A a*, & s'enveloppe ſur la cheville la plus prochaine ; une bille d'yvoire d'un pouce & demi de diametre, s'accroche à ce fil, qu'on lâche juſqu'à ce qu'elle ſoit deſcendue de dix-huit à vingt pouces, comme C. On en ſuſpend ainſi ſept qui ſe touchent, & dont les centres ſe mettent dans une même ligne horizontale, par le moyen des chevilles qu'on tourne d'un côté ou d'un autre pour régler les hauteurs, & en faiſant faire aux fils des angles ſemblables.

Dès que la premiere boule, tirée de ſon aplomb & abandonnée à elle-même, vient frapper la deuxieme, dans l'inſtant même on voit la derniere ſe détacher de la pénultieme, & s'avancer avec une vîteſſe égale ſenſiblement,

à celle qu'on a donné à la boule choquante.

Au lieu de choquer la deuxieme avec la premiere comme ci-devant, si l'on éleve les deux premieres ensemble pour choquer la troisieme, les deux dernieres se détachent ensemble & se portent en avant; & si l'on fait le choc avec trois, les trois dernieres se mettent en mouvement, & la quatrieme n'en fait aucun.

DANS les expériences sur le choc des corps avec des billes d'yvoire suspendues, quand les masses sont égales, on voit toujours celle qui a été choquée étant en repos, partir avec toute la vîtesse de celle qui l'a frappée, & celle-ci demeurer immobile après le choc: cela est bien différent sur un billard; ordinairement la bille qu'on envoye contre celle qui est en repos, continue de se mouvoir après le choc. On rend raison de cette différence, en observant que dans ce dernier cas, la bille qui doit chocquer est transportée par un mouvement de rotation, qui subsiste après le choc, & qui la fait nécessairement avancer. En faveur des personnes qui

auroient peine à goûter cette raiſon, on fera voir avec la machine ſuivante, qu'un corps rond, qui tourne & qui n'eſt point retenu d'ailleurs, ne peut pas poſer ſur un plan, ſans avancer ſuivant le ſens de ſa révolution.

A B, *Pl. VII. Fig.* 1. eſt une tablette de deux pieds de longueur ſur ſix pouces de large, montée ſur une petite parcloſe chantournée ; ſur l'un des deux bouts s'élevent deux oreilles *C c* ; une autre planche *E e*, de deux pouces moins large que la précédente, couverte d'une bande de drap verd, & garnie tout autour d'un rebord qui a un demi-pouce de hauteur, ſe meut par une de ſes extrêmités ſur deux tourillons, entre les deux oreilles *C c*, laiſſant un intervalle d'un pouce entr'elle & la tablette *A B*. Vers l'autre bout de celle-ci ſont deux montans plats *G G*, dont chacun eſt garni par en haut, d'une platine de laiton mince & échancrée en équerre, comme on le peut voir par la figure.

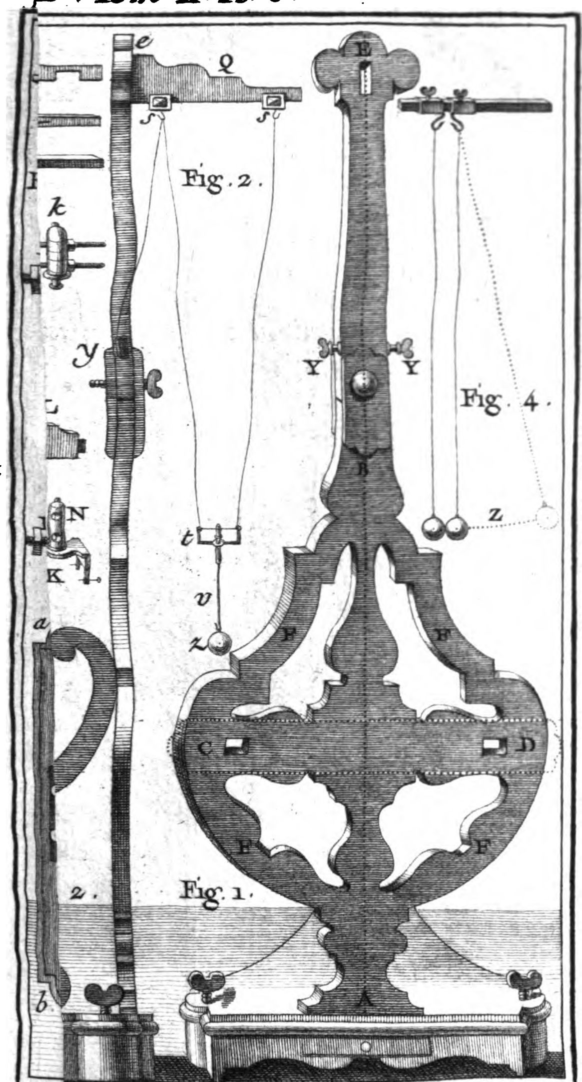
h eſt une molette de quelque bois dur & peſant, qui a trois pouces de

diametre & quinze lignes d'épaisseur ; son axe, qui est aussi de bois dur, a trois pouces de longueur & quatre lignes de diametre, il est terminé par deux pivots d'acier fort menus, de quelques lignes de longueur.

Ces deux pivots entrent bien librement dans les échancrures des platines de cuivre dont les montans sont garnis. Voyez en *g g H*, le profil de cet assemblage : *f* est le bout de la planche *e*, qui est abaissé sur celui de la tablette *A B*, & qui y est retenu par un tourniquet ; mais il est poussé de bas en haut par une lame de ressort qui est dessous, de sorte que quand on le laisse libre, il s'éléve promptement, & ne monte cependant que d'un demi-pouce ou environ, parce qu'aux deux montants *g*, *g*, on a attaché deux petites chevilles *i*, *i*, qui l'en empêchent. En arrivant à cette hauteur, il souleve la molette, & fait sortir les pivots des échancrures où ils sont entrés.

Sur l'une des deux parties de l'axe, qui sont entre les pivots & la molette, on enveloppe un gros fil de soie ou une ganse fort menue, qui fait

cinq


e
Q
s
s
Fig. 2.
k
y
t
v
z
E
Y
Y
Fig. 4.
B
Z
N
K
a
F
F
C
D
F
F
2.
Fig. 1.
b
A

cinq ou six tours, & dont le bout n'est point arrêté : on enveloppe ce fil de maniere, qu'en le tirant rapidement, il fasse tourner de même la molette dans le sens des letres *e d G*; & afin que ce mouvement soit libre & se conserve mieux, on met une goutte d'huile dans les échancrures, où se posent les pivots.

Tandis que la molette tourne ainsi sur son axe, si on lâche le tourniquet, le bout de la planche *e* s'éléve en vertu du ressort qui le pousse, jusqu'aux chevilles *i*, *i*, comme je l'ai dit; il fait sortir les pivots hors des échancrures, & l'on voit aussitôt la molette courir en roulant vers *E*, quoiqu'il y ait un peu à monter.

AVIS

Concernant la CINQUIEME LEÇON.

Premiere Expérience.

LA préparation de cette expérience est si simple, que l'inspection seule de la figure citée en marge, suffi- V. LEÇON. I. Sect. *Pl. II. Fig.* 7.

ra à quiconque voudra l'exécuter. J'ajouterai seulement qu'il faut diminuer les frottemens le plus qu'il sera possible ; 1°. en tenant le mobile *C* très-léger, & en le faisant un peu convexe en-dessous, afin qu'il ne traîne que sur un point de sa surface : 2°. en faisant les poulies *A*, *B*, avec des axes de fer ou d'acier, qui tournent dans des chapes de métal, sur des pivots très-menus, auxquels on aura soin de mettre une goutte d'huile avant l'expérience. Il faut encore placer ces poulies de maniere, que la petite ganse de soie qui va de l'une à l'autre, & aux deux bouts de laquelle sont attachés les poids, se trouve élevée d'une bonne ligne au-dessus de la table, ce qui diminuera encore le frottement du mobile *C*.

Au lieu d'une table ronde, on peut pour plus de simplicité, employer une regle de bois un peu épaisse & bien unie, aux deux extrêmités de laquelle on placera les deux poulies *A*, *B*, & qu'on établira de niveau sur quelque support, à la hauteur de quatre ou cinq pieds, en mettant la face de la regle dans un plan

horizontal. Si l'on prend ce parti, l'on fera bien de donner à cette regle, trois ou quatre pieds de longueur; afin que dans les cas où l'on voudra que le mobile *C*, soit emporté par une force plus grande en *E* qu'en *D*, le poids partant du point *E* fasse une plus grande chûte, & marque davantage sur la terre molle qu'on placera dessous. Ces poids doivent être des boules égales en diametre, & de la même matiere, (d'yvoire par exemple ou de cuivre); & si l'on en met deux d'un côté pour emporter le mobile *C*, on les attachera l'une au-dessus de l'autre, afin qu'on puisse reconnoître que l'enfoncement fait dans la terre molle, en pareil cas, n'est pas plus grand que celui qui se fait par une seule de ces boules, si elle tombe librement; c'est-à-dire, sans être contrebalancée par une force contraire. Il faut que ces boules pesent environ deux onces chacune, afin que les effets soient plus sensibles; & la terre doit être préparée, comme celle des expériences sur le choc des corps, dont j'ai parlé ci-dessus, *page* 134.

Seconde Expérience.

V. LEÇON. I. Sect. *Pl. II, Fig.* 8.

LA poulie G, dont il eſt fait mention dans la *préparation* de cette expérience, n'eſt point une ſimple poulie, c'eſt une double bobine *K L*, *Pl. VII. Fig.* 2. qui tourne ſur deux pivots dans un petit chaſſis de cuivre: ce chaſſis gliſſe ſur deux fils de fer ou d'acier tendus parallélement entre deux piliers de cuivre *H*, *M*, fixés à la tablette verticale, qui peut être chantournée, & élevée ſur une baſe, comme on le voit à la lettre *N*. Les deux piliers, pour être plus ſolides, doivent avoir des tenons à vis, qui s'arrêtent par-derriere avec des écrous; & les fils d'acier, pour être tendus plus commodément, doivent avoir une tête à l'une de leurs extrêmités, & à l'autre, une vis avec un petit écrou, qu'on fait tourner par le moyen d'une pince.

Sur la partie *K* de la double bobine eſt enveloppé un fil de ſoie qui eſt arrêté au pilier *H*, de ſorte que quand on tire le chaſſis, avec un autre fil ſemblable, qui traverſe le pilier *M*, la bobine tourne de gauche à droite,

& fait monter le petit poids *F*, par un fil qui s'enveloppe ſur la partie *L*, ce qui ſe comprendra aiſément ſi l'on jette les yeux ſur la figure *KLF*, qui repréſente la double bobine vue de face.

Pour que le poids *F* décrive ſur la tablette verticale *N*, la diagonale *fi*, lorſqu'on tire le chaſſis & ſa bobine d'un pilier à l'autre, il faut avoir ſoin que le diametre de la partie *L* ſoit à celui de la partie *K*, dans le même rapport que *fg*, eſt à *gi*.

Cette machine n'eſt aſſujettie d'ailleurs à aucune meſure préciſe; chacun peut en varier les dimenſions & la figure ſuivant ſon goût; celle dont je me ſers eſt de telle grandeur, que le parallélogramme *giof*, qui eſt tracé deſſus, à quinze pouces de longueur ſur dix de hauteur: comme la tablette a beaucoup de largeur, les planches qui la compoſent ſont miſes debout, aſſemblées à plat joints & collées, avec une large emboîture par en haut qui fait toute la partie *hm*.

On peut faire la même expérience d'une autre maniere avec la machine que je vais décrire. *ABCD*,

Fig. 3. eſt une tablette de bois mince qui a quinze pouces de long ſur dix de large : elle eſt entourée d'un cadre dont le bord intérieur eſt épais d'environ ſix lignes. *E F*, *G H*, ſont deux regles paralleles de bois, de la même épaiſſeur que le cadre, & attachées comme lui ſur le fond. *E F* laiſſe entr'elle & le côté du cadre qui lui eſt parallele, un pouce d'eſpace, & elle eſt recouverte d'une lame de laiton taillée en cremaillére ; *G H*, ne laiſſe qu'un demi-pouce d'eſpace entr'elle & le cadre ; elle eſt taillée en biſeau par-deſſous, ainſi que le côté du cadre qui lui eſt parallele ; le petit côté *A D*, s'enléve quand on veut, pour laiſſer paſſer la regle mobile *I K* dont je vais parler.

Cette piece vûe de profil en *l m*. eſt faite de bois mince ; elle a une rainure à jour qui s'étend depuis le côté *C D* du cadre juſqu'à la regle qui eſt couverte par la cremaillere. Vers le bout *I*, elle porte en deſſous une roue dentée *N*, qui tourne entr'elle, & une platine de cuivre un peu plus large : l'axe de cette roue, après avoir traverſé l'épaiſſeur de la regle, exce-

de de huit à dix lignes, & eſt limé en quarré pour recevoir une petite bobine de bois dur *m*, qui a ſept à huit lignes de diametre..

Vers l'autre bout *K*, eſt une petite piece de bois *L*, qui gliſſe dans la rainure, & qui eſt retenue en deſſous par une lame de laiton, très-mince, *faiſant* reſſort. Cette eſpece de curſeur porte une petite bande de métal très-flexible, au bout de laquelle eſt un porte-crayon *o*; en deſſus eſt un crochet auquel on attache un fil de ſoie qui vient de la bobine.

Quand la regle *IK* eſt en place, elle ne peut point ſortir en s'enlevant, parce que les dents de la cremaillére ſont priſes entr'elles & la platine de cuivre qui recouvre la roue dentée, & parce qu'à l'autre bout, cette regle porte en deſſous un petit taſſeau formé en queue d'aronde, qui gliſſe entre la régle *GH*, & le côté du cadre qui lui eſt paralléle.

Imaginez donc que la regle mobile préparée comme je viens de l'expliquer, eſt en place, & que le

crayon répond au point *G*, que le fil de soie qui vient de la bobine est accroché au curseur *L*, & que le fond du tableau est couvert d'un papier ou d'un carton blanc; si vous poussez la régle vers *B C*, le crayon qu'on doit regarder ici comme le mobile, participera à ce mouvement-là, & en même-temps la roue dentée, engrenée avec la cremailllére, venant à faire tourner la bobine, le fera avancer avec le curseur vers le côté *AB* du tableau, d'où résultera un mouvement composé dans la diagonale *G F*, & l'on pourra faire varier cette ligne en mettant la bobine plus ou moins petite.

Troisieme Expérience.

V. LEÇON. I. Section. *Pl. II. Fig.* 9.

LE billard dont il s'agit ici, & qui est représenté par la figure citée en marge, a deux pieds de largeur sur trois de longueur, & il est couvert de drap comme les billards ordinaires; au-lieu de quatre bandes, il n'en a que trois, sçavoir une courte *B C*, & deux longues *A B*, *C D*; ces deux dernieres sont de quatre pouces plus longues que la table du billard,

& ces deux parties excédentes *A* & *D*, ont chacune une coulisse pour recevoir les deux bouts de la traverse *H* du chassis, de maniere que le plan supérieur de cette traverse soit de niveau avec celui du billard.

Le chassis est composé de quatre pieces assemblées à tenons & mortaises, sçavoir deux montans *P*, *P*, *Fig.* 4. qui ont chacun dix-sept pouces de hauteur, sur trois pouces $\frac{1}{2}$ dans leur plus grande largeur, & deux traverses, *O*, *H*, qui ont chacune deux pieds de longueur; la premiere chantournée sur trois côtés avec un quart de rond, est un peu plus large que le haut des montans, avec lesquels elle s'assemble; la seconde chantournée seulement sur un côté, a quatre pouces de largeur, aux deux extrêmités & au milieu; l'une & l'autre ont chacune deux rainures à jour, de deux lignes $\frac{1}{2}$ de largeur, sur cinq pouces de longueur.

Ces quatre rainures reçoivent les pivots de deux aîles semblables à *F G L*, lesquels sont arrêtés avec des écrous en dessus de la traverse supérieure, & en dessous de la traverse in-

férieure. Les pivots ſont des vis de métal ; ils tiennent à des lames de cuivre, qui ſervent à les attacher ſur le bois ; celles d'en haut (*G*) ſont percées ainſi que le bois, d'une rainure qui a deux pouces de longueur, & une ligne & demie tout au plus de largeur ; ces rainures portent les marteaux *Q* & ſon pareil, & donnent la facilité de les faire monter ou deſcendre, parce que la bride *r*, dans laquelle tourne le haut de la tige, a une queue platte qui gliſſe dans la rainure, & qui eſt terminée en vis, pour être arrêtée par un écrou à oreille *s*.

Les marteaux, doivent être faits de quelque bois dur & peſant ; ils ſeroient encore mieux, s'ils étoient d'yvoire : il faut qu'ils ayent environ un pouce $\frac{1}{2}$ de diametre, autant de longueur, & coupés droits par la face qui doit frapper ; il eſt eſſentiel, que les tiges de métal qui leur ſervent de manches, ſoient meſurées de façon, que du centre du marteau au point de ſuſpenſion, il y ait la même diſtance pour l'un & pour l'autre.

On joindra donc le chaſſis, garni de ſes deux aîles, au billard, en fai-

ſant entrer, les deux bouts de la traverſe *H*, dans les couliſſes pratiquées aux deux parties excédentes des deux bandes longues; on placera une bille d'yvoire de deux pouces de diametre ſur le bord *h*, de la traverſe d'en bas, où l'on fera un petit enfoncement, àfin qu'elle ne ſe dérange point trop facilement; on approchera les deux aîles, également de part & d'autre, on leur donnera l'inclinaiſon convenable, en les faiſant tourner ſur leurs pivots, & on les arrêtera avec les *écrous*, de haut & de bas; on réglera par le moyen de la couliſſe *G*, & de l'écrou *s*, la hauteur des marteaux de maniere, que leurs centres répondent à celui de la bille; on les élévera le long des limbes qui ſont diviſés par pouces, ſelon le degré de vîteſſe ou de force qu'on voudra leur donner, & on aura ſoin de les laiſſer échapper tous les deux en même-temps.

On pourra s'épargner la peine & la dépenſe d'un billard, en faiſant choix d'une table bien unie ſur laquelle on tendra un morceau de drap, & en attachant au bord, deux mor-

ceaux de bois creusés en coulisses, pour recevoir le chassis.

Quand on a enlevé le chassis hors du billard, on auroit peine à le poser de bout, à cause des deux vis avec leurs écrous, qui sont sous la traverse *H*; pour remédier à cet inconvénient, il faut attacher vers les deux bouts, mais en deçà de ce qui entre dans les coulisses, deux tasseaux, un peu plus épais que ces parties saillantes, & qui feront poser la tablette par tout où l'on voudra.

On fera bien aussi, au cas que l'on construise un petit billard, de le faire porter sur quatre pieds ou boutons, de deux ou trois pouces de hauteur, & d'attacher en dessous quelques barres de bois, qui le maintiennent droit.

Dans les *Avis* sur la troisieme Leçon *page* 68. j'ai décrit une machine (*a*) qui sert à donner aux commençants une idée de la vîtesse du mouvement; la tablette de cette machine, s'ajuste aussi au billard, comme le chassis que je viens de décrire; &

(*a*) Voyez la *Fig* 3. de la *Pl. III.*

en faisant frapper ses marteaux contre une bille, on fait voir, que celui qui à le plus de vîtesse, toutes choses égales d'ailleurs, produit plus de mouvement, ou ce qui est la même chose, pousse la bille plus loin.

Quatrieme Expérience.

AYANT remarqué que cette machine construite avec du bois plein, comme elle est représentée par la figure citée en marge, étoit sujette à se déjetter, ce qui jettoit quelquefois la balle de côté, & la faisoit frotter contre les parois de la gouttiere, j'ai trouvé qu'il étoit plus à propos, de faire la partie *A B C G*, *Fig.* 5. de trois pieces de bois assemblées & collées, & d'y joindre la partie *B D C F*, qui est mince, ayant le fil du bois dans le sens B *D*, afin que la piece montante *C B*, la soutienne & lui serve comme d'emboîture; & à l'autre bout *D F*, je la soutiens par-derriere, avec un pilier quarré, qui est assemblé & collé comme le reste, dans l'épaisseur de la planche *L M*, qui sert de base à toute la machine.

V. LEÇON. I. Sect. *Pl. III. Fig.* 11.

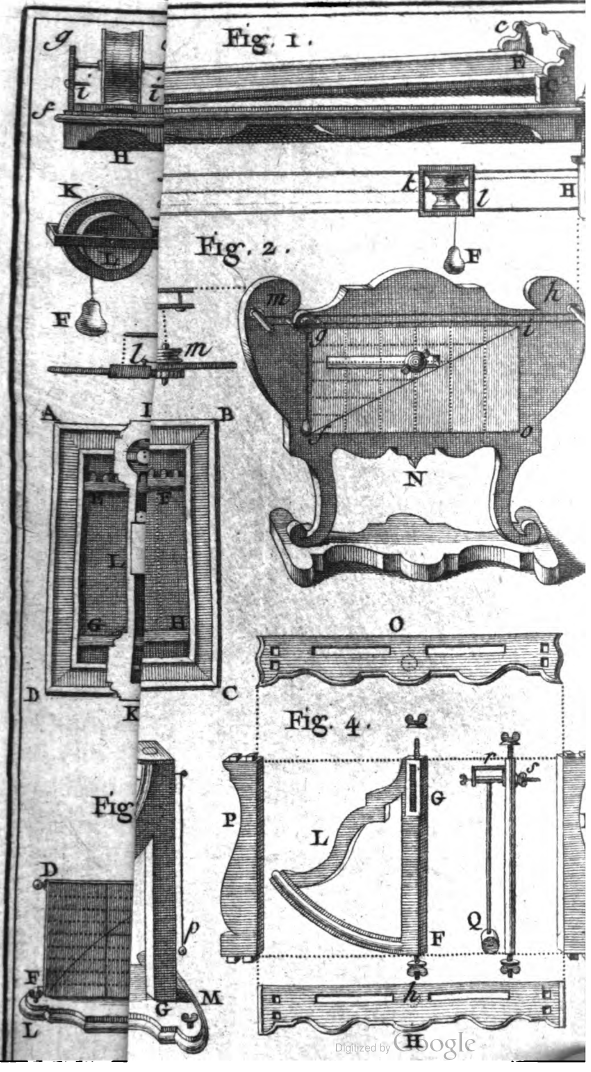
La gouttiere est creusée dans l'é-

paisseur de la piece *A B*, suivant un trait de compas dont le centre est en *K*; le reste *I B*, est dans une direction horizontale, quand la base est de niveau, ce qui s'obtient aisément par trois vis de bois qui servent à la caler, & avec un fil d'aplomb *p*, qui dans ce cas-là, se trouve parallele au montant où il est attaché.

Le fond de la gouttiere, est un quart de cercle dont le rayon est de neuf pouces; la piece *A B*, dans laquelle elle est creusée, est couverte par en haut d'une petite plaque de bois, percée d'un trou rond de sept lignes de diametre, par lequel on fait passer la balle d'yvoire; elle ne doit toucher la gouttiere que dans le fond; c'est pourquoi celle-ci d'un bord à l'autre, doit avoir huit à neuf lignes de largeur.

La partie *B D F C*, a quinze pouces de longueur, sur neuf pouces de hauteur, & sa face antérieure est peinte avec du blanc en détrempe, ou couverte d'une feuille de papier blanc avec de la colle de farine. La longueur *B D*, est divisée en trois, & la hauteur *B C* en neuf parties éga-

m. II. Pl. 7.



les. Au-lieu de mettre un anneau aux endroits où doït paſſer la balle, on ſera auſſi bien, d'y piquer une groſſe épingle, ou une petite broche de bois, qui tienne peu & que la balle fera tomber en paſſant.

La planche qui fait la baſe de cette machine doit avoir un bon pouce d'épaiſſeur, & au moins cinq pouces de largeur vers le bout *M*, afin que les deux vis qui ſervent à la caler dans cette partie, ſoient ſuffiſamment écartées l'une de l'autre; ſa longueur eſt donnée par celle de deux parties que je viens de décrire; quand au chantournement & à la moulure, ce ſont des choſes purement arbitraires.

A la ſuite de cette expérience, il eſt fait mention du mouvement composé, que ſuit une balle de mouſquet ou un boulet de canon, en vertu de l'impulſion que ce corps reçoit de la poudre, & de celle de ſa peſanteur, qui le rappelle de haut en bas, avec une vîteſſe accélérée: pour faire voir que la ligne de mire fait un angle avec celle qu'on appelle l'ame du canon, & dans laquelle le corps grave

eſt dirigé en partant, j'ai un canon de bois, figuré comme celui d'un mouſquet, & qui s'ouvrant en deux ſelon ſa longueur, rend cette obſervation très-ſenſible : au défaut de cette piece, on peut repréſenter cette coupe avec du crayon.

Cinquieme Expérience.

V. LEÇON. I. Sect. Pl. III. Fig. 13.

LA planche *L M*, qui eſt la principale partie de cette machine, a dix-huit pouces de longueur ſur huit de largeur, elle eſt épaiſſe de cinq ou ſix lignes, & elle eſt encadrée par quatre moulures appliquées ſur ſes rives, & qui forment en deſſus & en deſſous un rebord de ſix lignes de hauteur. Voyez la *Pl. VIII. Fig.* 1. qui repréſente l'épaiſſeur de cette planche, avec la coupe de ſes moulures aux deux extrêmités.

Au milieu de cette planche, eſt un trou rond, dans lequel eſt collé un canon de bois dont on voit ici la coupe ſuivant ſa longueur; il contient un cylindre de bois dur, qui a un pouce de diametre & autant de hauteur, avec deux ailerons qui gliſſent dans des couliſſes fermées haut

&

& bas, afin qu'il ne puisse point sortir.

Le marteau *A B*, se meut sur un axe *C* qui tourne entre deux goussets comme *K*; on pousse le bout du manche *B*, dans une mortaise *L*, pratiquée au bout de la planche, & on l'y arrête avec une petite clavette de métal *o*, qui est au bout d'une fiscelle de deux ou trois pieds, attachée par l'autre bout à un crochet *D*; quand on tire la planche, cette fiscelle retient la clavette, alors le marteau devenu libre, & poussé par le ressort *e*, va frapper le cylindre, & fait partir la boule d'yvoire qu'on a posé dessus.

La planche a sur chacun de ces deux grands côtés, deux anneaux de métal, dans lesquels on fait passer les cordes de boyaux, qui doivent être grosses comme des plumes à écrire; elles ont par un bout, un crochet avec lequel elles s'arrêtent à des points fixes disposés pour les recevoir, & elles doivent avoir dix à douze pieds de longueur : par l'autre bout, elles sont attachées à un double moulinet, par le moyen duquel on les tend autant qu'on veut.

Le double moulinet *F*, est com-

posé de deux bobines g, g, de deux pouces de diametre, & d'autant en hauteur, qui tournent entre deux paires d'oreilles comme *ff*, &c. assemblées à tenons, & collées dans un bout de planche *h*, de quatorze à quinze pouces de longueur. Elles doivent être écartées l'une de l'autre de maniere que la distance *g g*, égale celle que les cordes ont entr'elles.

On a réservé à chaque bobine deux tourillons; celui d'en-bas est gros comme le doigt, mais celui d'en-haut a quinze lignes de diametre, & deux pouces de hauteur; la partie qui tourne dans l'épaisseur de l'oreille, est ronde, au-dessus elle est quarrée, pour recevoir une roue de bois dur ou de métal épaisse de trois lignes, & taillée en rochet comme G, & par-dessus, une tête *i*, qui s'arrête avec une cheville de fer qui traverse le tout; cette tête est percée de deux trous, dans lesquels on passe une broche de fer *l*, pour faire tourner les moulinets.

A côté du rochet, est attaché un petit cliquet poussé par un ressort, qui retient les dents à mesure qu'on les

fait passer, & qui donne le temps de changer la broche de trous, pour tendre la corde de plus en plus; comme les bobines doivent tourner en sens contraires l'une de l'autre, on aura soin aussi, de tourner de même les dents des rochets, & de placer les cliquets en conséquence.

On fait glisser rapidement & le plus uniformément qu'il est possible, la planche *L M*, sur les cordes de boyaux, par le moyen d'une ficelle qui est attachée par-devant & que l'on tire avec la main après l'avoir fait passer sur une poulie *H*, que l'on attache avec deux vis entre les deux bobines; & pour empêcher que le bord antérieur de la planche ne se brise par un choc trop rude contre les bobines, il est à propos de le garnir de quelque matiere flexible, comme d'un morceau de drap roulé, ou de quelque autre chose équivalente.

V. LEÇON. II. Section.

IL faut avoir un gobelet de cristal, un peu plus large en haut qu'en bas, comme ils le sont assez ordinairement, le faire entrer dans un cercle plat de ferblanc ou de laiton, auquel

vous ferez ſouder deux petits bouts de tuyau, diamétralement oppoſés, pour recevoir les deux bouts d'une fiſcelle, qui ſeront retenus en-deſſous par un nœud fait à chacun ; il eſt bon que la fiſcelle ainſi pliée en deux, ait environ trois pieds de longueur ; voyez la *Fig.* 2.

Mettez de l'eau dans ce gobelet, juſqu'aux trois quarts de ſa hauteur, ou à-peu-près ; prenez d'une main la fiſcelle par le haut, balancez d'abord un peu le gobelet, & faites le tourner verticalement pluſieurs fois de ſuite, avec aſſez de vîteſſe, pour tenir la fiſcelle toujours tendue en tirant ſur votre main : & vous ferez voir par cette expérience, que l'eau, ayant plus de force centrifuge que de peſanteur, ne tombe point, quoique le gobelet ſe trouve renverſé, lorſqu'il eſt au plus haut de ſa révolution.

V. LEÇON. II. Sect. *Pl. V. Fig.* 16.

LA table triangulaire avec laquelle ſe font les expériences des forces centrales, eſt droite par-devant : ſes deux autres côtés peuvent être chantournés ſi l'on veut, comme il eſt repréſenté par *A B C D*, *Figure* 3. elle a au

moins un pouce d'épaiſſeur, avec un quarré & un quart de rond qui regnent tout autour, & qui débordent la parcloſe de cinq à ſix lignes. Les trois pieds, peuvent être tournés ou formés en pieds de biche, mais il faut qu'ils ſoient aſſemblés par en bas dans un *T*, qui porte ſur autant de vis à oreilles, au moyen deſquelles on puiſſe mettre la table de niveau en tout ſens. Elle a trois pieds quatre pouces d'*A* en *B*, près de deux pieds de *C* en *D*, & ſa hauteur eſt de trente pouces, quand le *T* touche preſque à terre.

De quelque façon que ſoient faits les pieds, il faut que ceux qui ſont aux deux extrêmités de la face droite, puiſſent recevoir à ſept ou huit pouces au-deſſous du niveau de la table, la queue d'une piece de cuivre, qui porte une pointe à vis *E* ; cette piece de cuivre qu'on voit de face en *F*, eſt un écrou fendu pour faire reſſort ; elle a une portée qui s'applique contre le bois, quand la queue en a traverſé l'épaiſſeur ; & cette queue qui eſt limée quarrément du côté de la portée, ſe termine en une vis, qui

eſt reçue dans un écrou que l'on ſerre avec une tenaille. La vis *E*, eſt de fer ou d'acier, groſſe comme le petit doigt, elle a par en bas deux oreilles, pour être tournée facilement; & ſa pointe eſt dans un aplomb qui paſſe à trois ou quatre lignes de diſtance du bord de la table.

Sur cette pointe tourne une tige de fer poli *G*, de ſix à ſept lignes de diametre, limée ronde ou à pans ſi l'on veut; elle eſt creuſée en gorge vis-à-vis le plan ſupérieur de la table, où elle eſt priſe dans un collet *h i*, formé de deux pieces de cuivre plattes, dont l'une *h*, eſt fixée avec deux vis en bois ſur la table, & dont l'autre tournant ſur une vis placée en *k*, s'ouvre pour recevoir la tige *G*, & ſe rapproche enſuite de la piece *h*, à laquelle elle s'attache par une petite vis à oreille.

Un demi pouce au-deſſus du collet dont je viens de parler, la tige *G* eſt limée quarrément avec une portée, ce qui forme un tenon de trois pouces de longueur, ſur lequel on a fait entrer à force, deux morceaux de planche de noyer arrondis circulaire-

ment, & collés l'un ſur l'autre, celui de deſſus ayant neuf pouces de diametre, & celui de deſſous ſix pouces: on les a arrêtés ſur la tige, en rivant le bout du tenon ſur une petite plaque de métal, qu'on a noyée dans l'épaiſſeur de la planche ſupérieure: après cela *on a centré la tige G*, entre *les deux pointes d'un tour*, *pour* dreſſer la face *L M*, & pour former des deux planches, autant de poulies, dont les diametres, pris au fond des gorges, ſont entr'eux dans le rapport de deux à trois. En *L* & en *M*, la grande poulie eſt percée dans toute ſon épaiſſeur, pour recevoir deux vis à oreilles de fer un peu moins groſſes qu'une plume à écrire, & qui ont leurs écrous noyés dans l'épaiſſeur du bois par deſſous; c'eſt avec ces vis qu'on attache les portants ſur les deux poulies *A* & *B*.

n o p, *eſt* une rainure en forme de *T*, creuſée juſqu'au quart de l'épaiſſeur de la table, avec trois trous à jour, pour recevoir le montant qui porte la grande roue Q Q, dont les tenons, qui ſont à vis, s'arrêtent par-deſſous avec des écrous.

Ce montant *R R r*, eſt fait d'une piece de bois épaiſſe d'un bon pouce, longue de trois pieds, & large de quatre pouces dans les $\frac{3}{4}$ de ſa longueur ; le dernier quart eſt chantourné & il a dix pouces au plus large; derriere cette partie, eſt un gouſſet *S*, qui entre à rainure & languette dans l'épaiſſeur du montant, & qui ſert à le maintenir droit & empêcher le devers.

Le cercle Q Q, de la grande roue a dix-huit pouces de diametre, il a au moins dix-huit lignes d'épaiſſeur & deux pouces de largeur, & ſa circonférence eſt creuſée en gorge angulaire. Les huit petits baluſtres qui ſervent de rayons, peuvent être indifféremment ronds ou plats; ils ont pour moyeu commun un morceau de planche arrondi, de cinq pouces de diametre, & qui eſt vers le centre auſſi épais que le cercle Q Q.

Si l'on n'a pas la commodité de conſtruire la roue comme je viens de la décrire, on pourra la faire pleine, avec trois morceaux de planches aſſemblées à plat-joints, & collées; elles tiendront plus ſûrement enſemble, ſi l'on

on les joint à rainures & languettes, ou avec des gougeons, mais il faudra prendre garde de découvrir ces parties en façonnant le profil *q q*.

De quelque façon qu'on faſſe la roue, il faut qu'elle ſoit tournée ſur ſon axe qui ſera un morceau de métal quarré, chaſſé à force dans l'épaiſſeur du bois, avec deux petites portées qui déſafleureront les joues du moyeu; le reſte ſera arrondi, pour former deux tourillons, dont l'un *t*, n'aura que ſept à huit lignes de longueur, & l'autre *v*, environ un pouce & demi; à l'extrêmité de celui-ci, il ſera formé un quarré de ſix lignes de longueur, pour recevoir une manivelle qui ſera retenue, par une vis, avec une rondelle un peu plus large que le bout quarré de l'axe: la manivelle a quatre pouces de rayon, & le manche qui eſt de bois, tourne librement ſur une broche de fer ronde, qui en traverſe toute la longueur, & dont le bout eſt rivé ſur une petite roſette de métal.

La roue eſt montée dans un chaſſis à part, formé de deux régles de bois *x X*, & *Y y*, avec deux traverſes

qui sont assemblées à demeure dans la piece *X*, & qui sont retenues dans l'autre avec deux chevilles de fer, qu'on peut aisément ôter & remettre. Chacune de ces quatre pieces, a huit à neuf lignes d'épaisseur, & trois pouces de largeur; mais la travese d'en-bas est retrécie des deux tiers au milieu de sa longueur, pour ne point gêner la corde sans fin qui vient se croiser sous la grande roue.

Afin que la roue tourne plus aisément & plus rondement dans son chassis, on attache aux faces intérieures des deux montans *X x*, & *Y y*, deux petites plaques de cuivre, qui affleurent le bois, & dans lesquelles on fait les trous qui reçoivent l'axe, ayant l'attention de tenir ceux qui traversent le bois un peu plus grands; pour plus de propreté, on pourra attacher de même, une rosette tournée à la face extérieure de la régle *Y y*, dans laquelle on fera passer le bout de l'axe qui reçoit la manivelle.

Le chassis avec la roue s'attache au montant *R R r*, par des vis de bois *X x*, qui passent par les rainures à jour 1 & 2, & s'arrêtent plus haut

ou plus bas, ſuivant le beſoin, avec deux écrous en bois, repréſentés de profil au chiffre 4, de face au chiffre 5, & taillés à pans, afin qu'on puiſſe les faire tourner plus facilement avec la main.

A trois pouces & demi de diſtance au-deſſous du chaſſis eſt le centre d'une *poulie a*, de trois pouces de diametre, ayant en ſa circonférence deux gorges creuſées à côté l'une de l'autre, & ſéparées par une languette fort mince : la chappe qui eſt de métal, a une queue qui entre à vis dans la traverſe du chaſſis, de maniere que la poulie puiſſe recevoir dans ſes gorges, les deux bouts de la corde, qui viennent de la grande roue, comme on le peut voir par les lignes ponctuées *b c*, *d e*.

Le montant avec la roue étant dreſſé ſur la table, & fixé dans ſa place, ces deux bouts de la corde, après avoir paſſé ſous des poulies de renvoi qui tiennent aux deux faces du gouſſet *S*, prennent une direction parallele à la table, paſſent par les ouvertures *R*, *R*, pratiquées au bas du montant, vont comme *n l*, *p m*,

embrasser les deux poulies *A* & *B*, & viennent se joindre vis-à-vis le chiffre 3, où on les coud ensemble; ayant soin d'éfiler les bouts, & d'en diminuer le volume, afin que les deux ensemble après la couture, ne soient pas plus gros que le reste de la corde.

Cette corde, pour être plus flexible, doit être une ganse de soie de deux lignes de diametre, ou à-peu-près; on conçoit aisément que pour lui donner le degré de tension qui lui est nécessaire, il suffit de faire monter la roue avec son chassis avant de serrer les écrous 4 & 5, sur les rainures 1 & 2. Il faut qu'elle soit au plus bas, quand la corde est placée sur les grandes poulies *A*, *B*, afin que quand on la voudra mettre sur celles de dessous, qui sont plus petites, on trouve dans la longueur des rainures de quoi la tendre suffisamment, en faisant monter la roue.

Mais comme en faisant ainsi passer la corde des grandes poulies aux petites, les deux parties *n l*, & *p m*,

ne se trouveroient plus dans le plan de leurs gorges, & que l'angle qu'elles font entr'elles deviendroit plus ouvert, ce qui les feroit sortir pareillement des poulies de renvoi *f*, & sa pareille, il faut que celles-ci aient deux mouvements; que d'une part elles puissent monter & descendre pour *maintenir* la corde toujours parallele à la table, & que de l'autre part elles puissent tourner de droite à gauche & de gauche à droite, afin que leurs gorges se mettent d'elles-mêmes dans la direction des deux parties *n l*, & *p m*, quand elles viendront à s'incliner plus ou moins entr'elles.

On produit ces deux effets en montant les chappes sur des boîtes de cuivre qui glissent sur des tiges quarrées d'acier ou de fer poli, & qui s'y arrêtent à telle hauteur qu'on veut, par une vis de pression : cette tige est terminée par deux tourillons, qui tournent dans des équerres attachées aux deux faces du gousset *S*. Voyez *f f z*, qui représentent le dévoloppement de cette partie un peu plus en grand.

C'eſt ſur les poulies *A B*, que s'attachent les portants pour chaque expérience ; ils ont tous, deux trous qui correſpondent à ceux qui reçoivent les vis *L*, *M* ; & afin que chacun de ces portants aille indifféremment ſur l'une ou ſur l'autre poulie, il faut faire enſorte qu'à toutes les deux, les trous ſoient à égales diſtances du centre : pour empêcher que les têtes des vis ne mangent le bois en appuyant deſſus, on pourra garnir les trous de petites loſanges de cuivre percées au milieu, noyées à fleur du bois, & attachées avec des *clous d'épingle*, ou avec des vis à têtes perdues.

Je ſuppoſe donc qu'en plaçant le collet *h i k*, & ſon pareil, on aura eu l'attention de mettre les faces ſupérieures des deux poulies *A*, *B*, dans un même plan, & qui ſoit parallele à celui de la table, afin qu'en mettant celui-ci de niveau par le moyen des vis qui ſont au pied, on ſoit ſûr que les portants placés en *A* & en *B*, tournent dans un plan horizontal : je ſuppoſe encore que la corde de ſoie bien ſoudée, après avoir embraſſé les deux grandes pou-

lies, va de part & d'autre changer de direction en *g*, *g*, qu'elle remonte par deux lignes paralleles entr'elles, & paralleles à la face postérieure du montant, pour se croiser sans se toucher sur la petite poulie à double gorge *c e*; & se joindre sur la grande roue Q Q, qu'elle embrasse presqu'entiérement. Je suppose enfin qu'on a donné à cette corde le degré de tension qui est nécessaire, & qui suffit pour l'empêcher de glisser sur les pieces qu'elle doit mettre en jeu, & qu'on a facilité les mouvements, par quelques gouttes d'huile aux colets, aux pointes & aux axes. Tout étant ainsi disposé, je passe maintenant aux *Avis* qui concernent chaque expérience.

Premiere Expérience.

LE portant qui sert dans cette expérience, est fait d'une planche épaisse de sept à huit lignes, longue de trente-deux pouces, & chantournée comme *A B*, *Fig.* 5. qui en représente le plan : *a b*, en représente la coupe suivant sa longueur. La largeur en

V. LEÇON. II. Sect. Pl. IV. Fig. 16.

A & en *B*, eſt réduite à trois pouces; ſa longueur eſt partagée en deux parties égales par la ligne *C D*; & chacune de ces deux moitiés eſt auſſi diviſée en parties égales dont le nombre eſt arbitraire, en dix, par exemple, en mettant *o* ſur la ligne *C D*; ces diviſions ſe feront plus commodément & ſe verront mieux, ſi la planche eſt peinte avec du blanc d'Eſpagne, ou du blanc de Céruſe détrempé à la colle.

Aux deux bouts *A*, *B*, ſont aſſemblés à queues, & perpendiculairement à la face de la planche, deux petits montans *E*, de trois pouces de hauteur, dont la face intérieure eſt plane, & celle du dehors chantournée, la piece étant plus épaiſſe en bas qu'en haut, afin que l'aſſemblage ſoit plus ſolide.

Chacun de ces montans au milieu de ſa largeur, & aux deux tiers de ſa hauteur, eſt percé d'un trou dans lequel gliſſe une vis de cuivre, qu'on a rendue un peu platte ſur toute ſa longueur qui eſt de dix-huit lignes, en la limant ſur deux côtés oppoſés, & en réſervant le filet ſur le reſte,

le trou, dans l'épaiſſeur du bois qu'elle traverſe, eſt fait conformément à ſa figure, de ſorte qu'elle peut bien s'y mouvoir ſuivant ſa longueur, mais non pas en tournant.

Chacune de ces vis a à l'une de de ſes extrêmités un œil dans lequel on fait paſſer le bout d'un fil de fer gros comme une moyenne aiguille à tricoter, qu'on replie enſuite & qu'on tord deux ou trois tours, pour empêcher qu'il ne ſe détache quand on le tirera; la vis paſſe enſuite dans le trou fait au montant, & on la reçoit par derriere, avec un écrou à oreille, ou quarré, qui la rappelle avec le fil de fer qu'elle porte; le fil de fer preſqu'auſſi long que le portant, s'attache de même à l'autre vis, qui traverſe le montant oppoſé, & qui ſe tire de la même maniere: voyez à la lettre *F*, le profil du montant, de l'écrou & de la vis qui les traverſe.

Mais avant que d'attacher le fil de fer à cette derniere vis, il faut enfiler deſſus les deux boules d'yvoire, qui pour cet effet, ſont percées diamétralement; & à côté de ce trou, il en faut faire un ſecond, qui lui ſoit pa-

rallele, & propre à recevoir une grosse aiguille à coudre, avec un fil proportionné.

Quand tout est ainsi préparé, on voit bien qu'il est facile de tendre le fil de fer, en faisant tourner les écrous, & de mettre par-là les boules, en état de glisser aisément d'un bout à l'autre du portant : mais afin que ces écrous n'usent point le bois à force de frotter dessus, on doit enfiler sur la vis, & arrêter sur la face extérieure du montant une rosette de cuivre, qui reçoive le frottement.

On viendra mieux à bout d'étendre le fil de fer, s'il est recuit, que s'il est dur & roide ; mais quand il aura passé par le feu, il faut lui rendre le poli qu'il aura perdu, en le frottant entre deux morceaux de liege avec de la ponce ou de la brique pilée : & comme les boules doivent frapper rudement contre les faces des deux montans, on fera bien de garnir celle-ci, avec des coussinets ronds enfilés sur les vis, & creux au milieu, pour que l'oeil de la vis s'y enfonce, & ne se trouve point exposé au choc de la boule.

Si l'on manquoit de boules d'yvoire, on pourroit en faire avec quelque bois dur ; mais il faut toujours avoir soin qu'elles soient de même poids, & qu'elles différent en couleur, afin qu'on puisse aisément les distinguer.

Au lieu d'un fil de soie, pour lier les boules ensemble, je préfere maintenant, un simple fil de coton, que je fais passer dans le second trou de l'une & de l'autre, par le moyen d'une aiguille à coudre, & que j'arrête, en poussant dans le même trou & sur le fil, une petite cheville de bois ; parce que dans l'expérience, où on les place toutes deux à égales distances du centre de rotation, après qu'elles ont resté long-temps immobiles, si l'on force de vîtesse, on voit casser le fil, par les forces centrifuges opposées, & les deux boules s'en vont aux deux extrêmités du portant.

Seconde Expérience.

Le pottant qui sert dans cette expérience, est semblable à celui de la précedente, excepté qu'il n'y a point de division sur sa longueur. Le réservoir *K*, *Fig.* 6. est de fer- V. LEÇON II. Section. *Pl. IV. Fig.* 16. *G, H.*

blanc, il a cinq pouces de diametre, & environ deux pouces ½ de hauteur, il a quatre trous *i*, *K*, *L*, *M*, qui sont garnis chacun d'une douille grosse comme le doigt ; la premiere *i*, entre juste dans un trou qui traverse l'épaisseur du portant & qui ne la dépasse point ; on la tient fermée avec un bouchon de liege coupé à rase-bord. La deuxieme *K*, est un peu évasée, c'est par là qu'on fait entrer l'eau ; & quand on veut vuider le réservoir, c'est encore par là qu'on repousse le bouchon *i*, avec un petit bâton ; les deux autres douilles *L*, *M*, reçoivent le bout des matras qui s'y attachent avec de la cire molle, de sorte que l'eau ne puisse pas sortir, par la jonction ; & elles doivent avoir une inclinaison conforme à celle qu'on donne aux cols des matras. La boule de chacun des matras est liée avec une ganse fine, contre un petit coussinet rond, & concave afin que le mouvement circulaire ne la fasse point sortir de sa place.

Il ne faut point emplir le réservoir, c'est assez qu'il contienne deux verres d'eau, que l'on fera bien de

colorer avec de l'orseille, ou autrement, afin qu'on l'apperçoive mieux, quand elle sera arrivée dans les boules des matras.

Troisieme Expérience.

LE portant dans cette expérience, est encore semblable à ceux des précédentes, & sans division, comme le dernier; mais les deux montans qui sont élevés aux deux extrêmités, sont larges de quatre pouces par en haut, & creusés pour recevoir les extrêmités des tuyaux. Les deux autres bouts de ces tuyaux, se logent aussi dans des cavités pratiquées partie dans l'épaisseur du portant, & partie dans un chevalet, qui s'attache par-dessus, avec des vis.

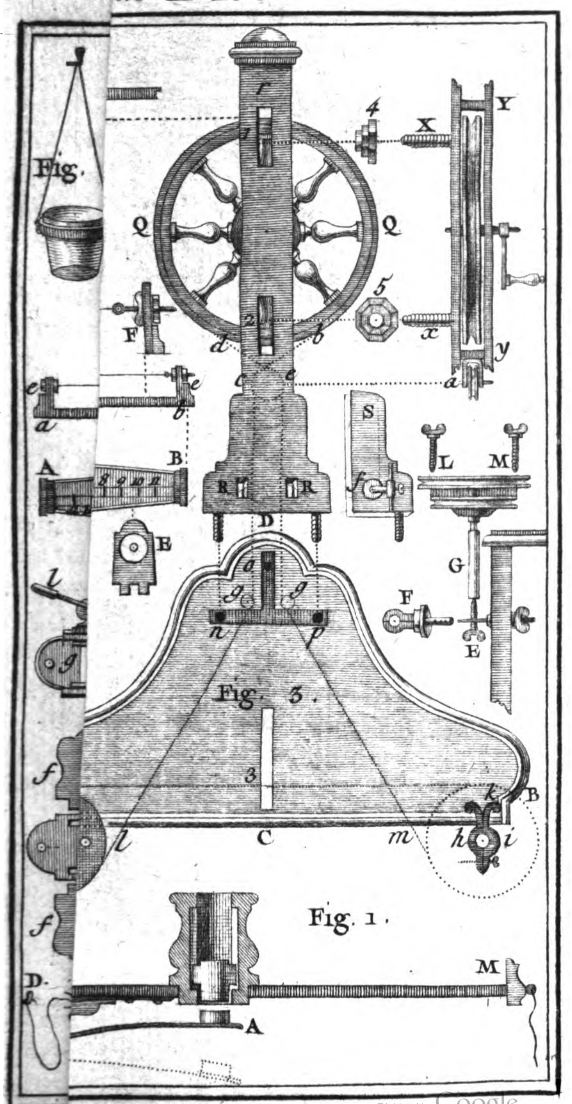
V. LEÇON. II. Section *Pl. IV. Fig. 19.*

Les quatre tuyaux de verre ont sept à huit lignes de diametre, & ils sont scellés hermétiquement par en bas. Chaque tuyau de la premiere paire porte au milieu de sa longueur un bouchon de liege, qu'on y pousse un peu à force, après avoir fait sur sa circonférence, quelques échancrures par où la liqueur puisse passer d'une partie dans l'autre; on remplit avec

de l'eau les deux parties qui sont au-dessous des bouchons de liege; & afin qu'on les distingue mieux, on employe de l'eau pure & bien claire, d'un côté, & de l'autre côté on la teint avec un peu de vitriol bleu & quelques gouttes d'esprit volatil de sel ammoniac, ce qui fait un beau bleu transparent; dans l'une des deux autres parties, on met de l'esprit de térébenthine coloré en rouge avec l'orcanette; & dans l'autre, on n'y laisse que l'air, qui y est naturellement: après cela on bouche les deux tuyaux avec du liege, & on les coëffe d'un morceau de vessie mouillée, qu'on lie avec du fil. (*a*)

Les deux autres tuyaux sont entiérement remplis avec de l'eau claire: dans l'un des deux on ajoûte une boulette de cire qu'on rend plus pésante que l'eau, en mettant un gros grain de plomb au centre; & dans l'autre, on enferme une boulette de liege bien arrondie, & qui soit assez

(*a*) Sur ces deux teintures, consultez le premier & le second Chapitres de la Seconde Partie, *Tome I.* où il est parlé des drogues & de leur emploi.


Fig.
Fig. 3.
Fig. 1.

menue pour parcourir aisément la longueur du tuyau sans être arrêtée par le frottement : les deux derniers tuyaux se bouchent, comme les deux premiers.

Quand on a fait cette expérience, & qu'on doit être quelque temps sans la recommencer, on doit vuider les tuyaux : parce que les liqueurs qu'ils renferment sont sujettes à se gâter ; il vaut mieux les employer nouvelles.

Quatrieme Expérience.

V. LEÇON. II. Section. *Pl. V. Fig.* 12.

On peut se dispenser de faire une machine exprès pour faire tourner le globe dont il est ici question ; la table triangulaire, que j'ai décrite précédemment, avec ses dépendances, fournira tout ce qu'il faut pour cet effet, moyennant quelques additions que je vais indiquer.

La poulie *a* ou *c e*, *Pl. VIII. Fig.* 4. qui reçoit la corde immédiatement après qu'elle s'est croisée sous la grande roue, au lieu d'être attachée au chassis *X y*, sera fixée au montant *R R r*, par une chappe qui sera faite d'une lame de fer pliée d'é-

querre par les deux bouts, avec deux tenons qui ſeront retenus par des clavettes ou par des écrous s'ils ſont à vis, quand ils auront traverſé l'épaiſſeur du bois, comme on le peut voir, par *a a*, *Fig*. 1. *Pl*. *IX*. Son axe limé quarrément & chaſſé à force dans le bois, doit être bien rond & bien poli, dans les deux parties excédentes; celle qui roulera dans la chappe, peut être groſſe à-peu-près comme une plume à écrire; mais il faut donner à l'autre cinq lignes de diametre; & la faire tourner non dans le bois du montant, mais dans une rondelle de cuivre dont le trou ſera un peu plus menu que celui du montant, afin qu'elle ne frotte que contre le métal, & que ſon mouvement ſoit plus libre.

Après que l'axe de la poulie aura traverſé le montant, le bout qui paſſera, & qui aura ſept à huit lignes de longueur, ſera limé en quarré, & un peu en dépouille, pour recevoir une douille de mêmes forme & grandeur dont un des poles du globe ſera garni.

Sur le devant de la table triangulaire,

laire, représentée ici par le profil C c; on fera une rainure à jour de dix lignes de largeur, sur sept à huit pouces de longueur, dans laquelle pourra glisser une poupée *B*, dont le tenon sera une languette aussi épaisse que la rainure, un peu plus courte que l'épaisseur de la table, & garnie d'une vis de fer qu'on prendra par-dessous, avec un écrou *c*, poussant devant lui une rondelle de métal un peu épaisse, pour fixer la poupée, quand elle aura reçu par en-haut un tourillon, qui termine l'axe du globe: & pour rendre encore le mouvement plus aisé, le trou fait dans le bois de la poupée, sera recouvert par une rondelle de cuivre, dont le trou un peu plus petit, qu'il n'est dans le bois, recevra le tourillon.

Pour faire tourner le globe par le moyen de la poulie *A*, il faudra une autre corde sans fin que celle qui sert à faire tourner les poulies horizontales qui sont au devant de la table triangulaire. Si l'une des deux ne peut pas se ranger pour laisser tourner librement la grande roue avec l'autre, on l'ôtera pour le temps de

l'expérience, en démontant le chassis, ce qui sera fort aisé, puisqu'il suffira pour cela d'ôter les deux chevilles de fer *y*, *Y*.

Le globe *D*, qui est de verre ou de crystal, ne doit avoir que huit à neuf pouces de diametre; s'il étoit plus grand, il deviendroit trop lourd, à cause de la grande masse d'eau qu'il faudroit y faire entrer pour le remplir; & s'il tournoit un peu rapidement la force centrifuge pourroit le faire casser. Il faut qu'il ait deux goulots diamétralement opposés, comme ceux qui servent aux expériences d'Electricité; vous le choisirez bien rond, & tel, s'il est possible, que l'axe de son équateur passe par les centres des deux goulots: vous vous en assurerez en les bouchant tous deux avec deux tampons de liege, & en mettant le globe, par ce moyen, entre les deux pointes d'un tour. Alors si les deux goulots se trouvent centrés avec le globe, vous en boucherez un à demeure avec son tampon de liege; & vous le recouvrirez d'une virole de cuivre, garnie d'un fond de même métal & au milieu du-

quel vous aurez ſoudé la douille quarrée, qui doit entrer ſur l'axe de la poulie *A*.

Vous laiſſerez l'autre goulot ouvert, c'eſt-à-dire ſans y mettre de bouchon de liege, mais vous le recouvrirez comme l'autre d'une virolle de cuivre, avec un fond un peu épais, au centre duquel ſera viſſé un tourillon de même métal, avec une portée un peu large, pour preſſer entr'elle & le fond de la virolle, un anneau plat de cuir gras : le tourillon au-deſſus de la portée ſera liſſe, & le petit bout ſera limé plat, afin qu'on puiſſe le ſerrer dans une pince, pour le viſſer.

Vous attacherez les deux virolles avec du maſtic doux, après avoir un peu chauffé les deux goulots du globe, & vous ferez enſorte que l'eau ne puiſſe point paſſer par les jonctions.

Si les deux goulots ne ſe trouvoient pas centrés avec l'équateur du globe, il faudroit toujours faire tourner celui-ci rondément, ſur deux points que l'on cherchera avec les pointes du tour, ſur les deux fonds

des virolles; & sur ces points, comme centres, établir la douille quarrée & le tourillon, sauf à recouvrir ensuite les virolles avec du bois, que l'on arrondira autour, pour faire paroître ces deux parties concentriques au reste.

Ce globe se remplit avec de l'eau claire ; & avant de le boucher, on y fait entrer plein une cuiller à caffé d'esprit de térébenthine teint avec de l'orcanette, cette préparation doit être fai e peu de temps avant qu'on fasse l'expérience, parce qu'en peu de jours, l'esprit de térébenthine, s'épaissit & perd sa belle couleur. Il est à propos de ne pas tenir le globe nouvellement rempli dans un lieu beaucoup plus chaud, que l'eau qu'on y a mis; car cette eau en se dilatant par la chaleur, pourroit faire casser le globe, s'il étoit bien bouché.

Il faut aussi tenir le globe, dans une situation qui ne permette pas à l'esprit de térébenthine de se cantonner dans les goulots; car en touchant le mastic, il pourroit le dissoudre, & détacher les virolles.

Dans le cas où l'on voudra que l'axe du globe ſoit incliné à l'horizon, on fera pencher la table triangulaire du côté qu'on voudra, par le moyen des trois vis, qui ſont aux pieds.

CEUX qui voudront répéter l'expérience *de Bulfinger*, pourront la préparer *de la* maniere ſuivante. *E F*, eſt un globe tout-à-fait ſemblable à celui de l'expérience précédente, excepté que la virolle du pole *E*, eſt emboîtée dans une poulie de bois, de trois pouces de diametre, & arrêtée par un tourillon qui eſt ſoudé au fond de la virole, & qui après avoir traverſé le bois eſt rivé ſur une roſette de cuivre qui lui ſert de contre rivure, & qu'au lieu d'un tourillon, ſur le fond de la virolle *F*, c'eſt une vis à tête plate qui eſt taillée à pans, afin qu'on puiſſe la ſerrer avec une pince, ou une tenaille à vis.

V. LEÇON. *Pl. V. Fig.* 24.

Ce globe tourne entre deux pointes *G*, *H*, qui ſont viſſées dans l'épaiſſeur d'un cercle de cuivre *I K*, qui a un pied de diametre, neuf lignes de large, & ſix lignes d'épaiſſeur, avec deux renflements aux en-

droits des vis, une virolle quarrée en *I*, qui s'ajuste à l'axe de la poulie *A*, & un tourillon, avec portée en *K*, lequel est reçu dans un trou fait au centre de la poulie *M*, collée en haut de la poupée *L*.

En *n*, est un autre renflement, avec un trou quarré tendant au centre du globe, & dans ce trou glisse une tige d'acier *o*, de même forme; elle porte deux poulies *q*, *q*, dont les gorges sont à trois pouces de distance l'une de l'autre, afin que quand la piece est en place, une corde sans fin, qui passe sur ces deux poulies, & qui embrasse celles qui sont en *E* & en *M*, soit toujours parallèle à elle-même.

En poussant un peu en dehors du cercle la tige quarrée *o*, on tend la corde suffisamment; & l'on arrête toute la piece par une vis de pression qui a son écrou dans l'épaisseur du cercle: afin que les deux vis *G*, *H*, ne puissent point reculer, ce qui feroit échapper le globe, on peut les serrer avec des contre-écrous placés entre le cercle & leurs têtes.

J'ai déja dit que le cercle *IK*, est

de cuivre ; on fera bien de le faire fondre ſur un modele fait en bois, en y réſervant les renflements dont j'ai parlé, & deux maſſes qui excédent la circonférence, pour creuſer la douille quarrée qui reçoit l'axe de la poulie *A*, & former le tourillon avec ſa portée en *K* ; & comme la fonte ſouffre une retraite, qui diminue les dimenſions du modéle, on fera regagner à la piece ce qu'elle aura perdu, en la forgeant à froid, ce qui lui donnera auſſi plus de conſiſtance ; après cela, on limera les deux faces pour les dreſſer & les mettre d'épaiſſeur, & l'on finira par limer au trait du compas, la circonférence du dedans & celle du dehors.

Si l'on veut faire tourner le cercle avec le globe qu'il contient ſur la table triangulaire, la poupée mobile qui doit recevoir le tourillon, ne pourra point être placée dans la rainure, comme lorſqu'on ſe ſert du globe ſimple *D*, parce que le diametre du cercle eſt plus grand que l'eſpace *B b*, que pourroit lui fournir la table, comme on le peut voir par la *Fig.* 4. de la *Pl. VIII.* il faudra

faire une poupée comme *R*, qui ſoit aſſemblée à angle droit & ſolidement dans un bout de planche de cinq à ſix pouces de largeur, & qui porte en-deſſous un taſſeau *r*, pour la conduire dans la rainure, & l'empêcher de tourner, avec une vis à tête quarrée, qui traverſe la planche & le taſſeau, & que l'on puiſſe ſerrer par-deſſous, avec un écrou à oreilles & une rondelle, comme je l'ai marqué pour la poupée *B* ou *L*.

Si l'on ne veut pas ſe ſervir de la table triangulaire pour l'expérience de Bulfinger, on pourra faire une machine de rotation exprès, en élevant un montant & une roue ſemblables à *R R r*, de la *Pl. VIII*, ſur le bout d'une planche chantournée comme *S T*, montée ſur trois petites conſoles comme *V*, aſſemblées par en-bas dans un *T*, avec trois vis *X*, &c. qui ſerviront à mettre l'axe de la rotation du cercle dans une ligne horizontale, ou à l'incliner.

Il faut que la planche *S T*, ſoit montée comme je viens de le dire, à cauſe des écrous qui ſont deſſous, & qui l'empêcheroient de poſer. Les trois

trois branches du *T*, *v*, *v*, *v*, doivent aussi excéder sa largeur & sa longueur de quelque pouces, âfin que portant sur les vis qui sont aux extrêmités, elle se défende mieux contre le devers du montant.

On pourra faire aussi le montant moins haut que celui de la table triangulaire, parce qu'il suffira, que la roue, pour cette derniere machine, ait douze à treize pouces de diametre; on ne fera point la gorge de la poulie *A* platte du fond, mais on la creusera en angle, afin que la corde soit moins sujette à glisser dessus, & l'on se dispensera de mettre les poulies de renvoi, aux deux joues du gousset *r*, qui est derriere le montant.

Le globe simple pourra s'appliquer à la même machine, & alors il sera inutile de faire la rainure à jour de la table triangulaire, *Pl. VIII.*

De quelque maniere qu'on fasse tourner le grand cercle sur son diametre *I K*, la poulie *M* qui est fixe, recevant successivement toutes les parties de la corde sans fin renvoyée par les poulies *q*, *q*, sur celle qui est en *E*, fait tourner le globe sur ses

deux poles *E*, *F*, tandis qu'il tourne avec le cercle, sur le diametre *IK*, de son équateur. L'on fera voir que chaque point de sa surface décrit par cette double rotation, un huit de chiffre, en y collant un petit morceau de papier blanc, ou quelque autre marque.

Cinquieme Expérience.

V. LEÇON. II. Section. *Pl. IV. Fig.* 20. & 21.

LES deux supports ou portants qu'on fait tourner dans cette expérience, sont parfaitement semblables entr'eux, il suffira d'en décrire un: la planche a les mêmes dimensions que celles des portans des trois premieres expériences de cette section; elle est peinte avec du blanc détrempé à la colle, & divisée dans toute sa longueur par pouces & par lignes avec des chiffres 1, 2, 3, 4, &c. en allant du milieu aux extrêmités.

Chaque bout du portant, *Fig.* 2. est garni d'une lame de cuivre qui s'éleve d'un pouce au-dessus de la face supérieure, & qui est repliée des deux côtés sur l'épaisseur de la planche où elle est attachée avec des vis. La partie *C* de cette lame qui fait face à la longueur du portant, a

ſon bord droit ou peu chantourné : les deux autres comme *D*, ſont taillées en doucine, & chacune d'elles à deux pouces $\frac{1}{2}$ de longueur.

Dans la partie *C*, & à ſix lignes au-deſſus de la face du portant, ſont deux trous ronds *c c*, de trois lignes de diametre, dont les centres également diſtants du milieu de la piece, ſont éloignés l'un de l'autre de quinze lignes. Chacun de ces trous eſt traverſé de dehors en dedans, par un canon *d*, de ſix lignes de longueur, liſſe par dehors, taraudé par dedans, & ayant une tête à oreilles, qui s'appuye contre la piece *C*, & avec laquelle on le fait tourner.

Dans ce canon eſt une vis qui à un pouce de longueur avec un œil *e*, à celle de ſes extrêmités qui regarde l'intérieur du portant ; & cet œil reçoit le bout d'un fil de fer recuit gros comme une moyenne aiguille à tricoter, qu'on y arrête en le tortillant deux ou trois tours ; par ce moyen-là quand on fait tourner le canon *d*, & que l'on contient l'œil de la vis, pour l'empêcher de tourner avec lui, on fait reculer celle-

ci, & l'on tire le fil de fer, qui est arrêté de la même maniere à l'autre bout du portant.

Il y a donc ainsi deux fils de fer *f h*, *f h*, tendus parallélement à quinze lignes de distance l'un de l'autre, & six lignes au-dessus de la face du portant; & afin que ces fils ne plient point sous les masses dont ils seront chargés, on les soutient au milieu de leur longueur par une espece de chevalet, qui est préparé comme il suit.

E, est un petit pilier qui se place au centre du portant avec une rosette *F*, qui est ronde ou chantournée si l'on veut, avec un biseau tout autour, pour effacer son épaisseur. Le tenon d'en bas du pilier est à vis & s'arrête par-dessous, avec un écrou noyé dans l'épaisseur du portant; *G* est une traverse de seize lignes de longueur, qui se rive sur le pilier, & qui a à ses extrêmités deux échancrures, propres à loger u n fil de fer, gros comme une aiguille à tricoter de moyenne grosseur: & sur son plan supérieur, deux rainures *g*, *g*, capables de recevoir deux pareils fils.

H eſt une piece ſemblable à la précédente, qui s'attache deſſus avec deux vis, elle porte deux croiſſans comme *I*, qui la traverſent à angles droits & qui laiſſent entr'eux un intervalle de deux lignes pour recevoir les deux petites poulies *i*, *i*, dont les diametres ſont d'environ cinq *lignes*. C'eſt ſous cette piece & par les rainures *g*, *g*, creuſées dans celle qu'elle recouvre, que l'on fait paſſer les deux fils de fer paralléles qui ſont tendus d'un bout à l'autre du portant, afin qu'ils ſoient ſoutenus dans le milieu de leur longueur.

Sur le milieu du portant ſont élevées deux eſpeces de conſoles de fer poli, qui ont quatorze pouces de hauteur, qui ſe diviſent par en bas en deux branches avec des volutes, & qui ſe terminent auſſi en volute par en haut : elles ſont repréſentées à la lettre *X*, comme on les voit en les regardant ſuivant la longueur du portant ; à la lettre *Y*, on en voit une comme elle ſe préſente à l'œil qui regarde le portant en travers.

Les quatre volutes d'en bas repo-

ſent ſur des platines de cuivre ébiſe-lées tout autour, qui leur ſervent de baſes, & qui ſont traverſées, ainſi que le bois du portant, par des tenons à vis dont les écrous ſont noyés par-deſſous. Les deux volutes d'en-haut, ſont aſſemblées par une traverſe *K*, dont les tenons ſont goupillés.

Sous cette derniere piece, eſt une chape *L*, qui contient deux poulies plus petites que les deux d'en bas, afin que le point *l*, de part & d'autre, réponde par une ligne verticale au point *i*, de la poulie d'en bas. La traverſe *K*, reçoit cette chape par un tenon quarré qui ſe termine en vis, & qui a pour écrou le vaſe *M*, qui ſert de couronnement à tout cet aſſemblage, on jugera que les conſoles ſont bien travaillées & bien montées, ſi le vaſe *M*, qui les couronne tourne bien rondement ſur ſon axe, quand le portant ſur lequel elles ſeront élevées, tournera dans un plan horizontal.

Nn, *Nn*, ſont deux fils de fer recuits, ſemblables à ceux qui ſont tendus ſur la longueur du portant:

par en haut, ils traverſent l'épaiſſeur de la piece *K*, & ſont retenus par une tête qu'on leur a faite en les tortillant ſur eux-mêmes ; par en bas, ils ſont tirés & tendus par deux vis dont les écrous quarrés ou à pans ſont par-deſſous dans l'épaiſſeur du bois ; ces fils, paralleles entr'eux & à la ligne verticale qui eſt comme l'axe de la rotation des conſoles, ſont diſtans l'un de l'autre de quatorze lignes ; leur parallélifme eſt réglé & maintenu par les deux trous de la traverſe *K*, d'où ils partent, & par ces deux entailles qui ſont aux extrêmités des pieces *G* & *H* réunies.

Ces deux fils ſervent à guider un petit ſeau de cuivre *V*, qui a ſeize lignes de hauteur ; auquel on a ſoudé ou rivé, ſur deux points diamétralement oppoſés, tant en haut qu'en bas, quatre tenons fendus en fourchettes, dans leſquels on fait entrer les fils, de ſorte que le ſeau ne peut que gliſſer de bas en haut, ou de haut en bas.

Au fond & dans l'axe de ce ſeau cylindrique eſt attachée une tige qui à un œil par en haut, pour attacher

une ganſe de ſoie qui doit ſervir de corde. Et comme il faut que cette ganſe après avoir paſſé ſur la poulie *l*, deſcende parallelement à elle-même pour aller à la poulie d'en bas *i*, il y a au fond du ſeau un trou propre à la laiſſer paſſer librement, & ſans rien changer à ſa direction. Cette ganſe après avoir paſſé ſous la poulie *i*, prend une direction horizontale, qui la conduit à une boîte de cuivre, qui gliſſe depuis le centre du portant, juſqu'à l'une de ſes extrêmités, ſur les deux fils de fer dont j'ai parlé plus haut.

Cette boîte *O*, eſt faite d'une virole cylindrique de cuivre, avec un fond ſoudé, & un couvercle *P*, qui entre à feuillure, comme le deſſus d'une tabatiere, & qui doit être un peu ſerré de peur qu'il ne ſorte de lui-même, quand la piece ſera en mouvement. Sur quatre lignes de longueur près du fond on a diminué un peu la groſſeur de la virolle pour former une portée : c'eſt par là que la boîte ſe joint à une platine Q, chantournée dans un quarré, & percée d'un trou rond ſur les bords duquel elle ſe poſe & ſe ſoudeà l'étain.

Aux quatre coins de la platine Q, ſont autant de trous quarrés dans chacun deſquels entre par-deſſous, une vis *R*, fendue ſuivant ſa longueur, & retenue par-deſſus avec un écrou quarré ou à pans; la partie de ces vis qui eſt près de la tête doit être quarrée comme le trou qui la reçoit, *afin* qu'elles ne puiſſent point tourner; & comme la fente qui eſt continuée dans la tête eſt deſtinée à recevoir les fils de fer paralleles ſur leſquels la platine Q doit gliſſer avec la boîte qu'elle porte, on aura ſoin de la diriger en conſéquence, & de la faire aſſez large, pour ne point gêner le mouvement.

Le fond de la boîte porte à l'extrêmité de ſon diametre parallele aux fils de fer un petit levier *Ss*, qui a un mouvement de charniere, & dont le bout *s*, qui eſt un peu applati, eſt pouſſé par un reſſort foible, contre une cremaillére, dont les dents, qui ſont fort petites, excédent à peine la face du portant; voyez à la lettre *Z*, cette partie de la boîte deſſinée plus en grand.

Chaque portant a deux cremaillé-

res ſemblables, *a a*, *b b*, dont les dents ſont inclinées en ſens contraires, & tournées de telle maniere que le bout du levier dont je viens de parler, peut aiſément gliſſer deſſus, lorſque la boîte va du centre du portant vers l'une de ſes extrêmités ; mais la boîte ne peut revenir dans le ſens oppoſé, à moins qu'on n'appuye un peu ſur l'autre bras *z*, du levier, pour dégager celui qui eſt arrêté par une dent de la cremaillére.

Ces cremailléres ſont faites avec des lames de laiton, garnies de tenons à vis : elles ſont logées dans des rainures qui regnent d'un bout à l'autre & dans le milieu de la largeur du portant, & elles ſont retenues en deſſous par des écrous. Les dents ſont eſpacées de maniere, qu'il y en a quatre dans la longueur d'un pouce ; & c'eſt par le nombre de ces dents, qu'on regle la diſtance de la boîte au centre de ſa rotation ; c'eſt pourquoi l'on placera la premiere dent à un pouce du centre du portant.

Quand le petit ſeau *V* ou *v*, eſt tout-à-fait en bas, qu'il repoſe ſur

les poulies *i i*, & que la boîte O est le plus près qu'elle puisse être de l'une de ces poulies, la ganse qui tient au seau, & qui après avoir embrassé les deux poulies *l i*, a reçu une direction horizontale comme *i k*, doit être tendue & attachée à une petite boucle ou anneau *q*, pratiqué à la partie antérieure de la platine Q qui porte la boîte; de sorte que celle-ci ne puisse point avancer vers le bout du portant qu'elle ne fasse monter le seau *v*, de *i i*, vers *l l*.

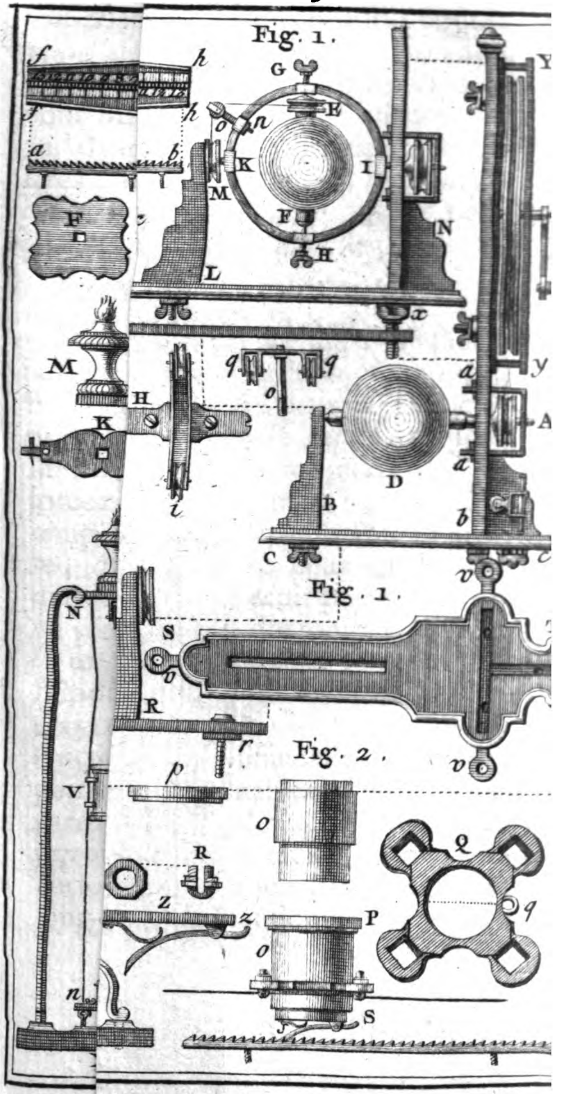
Les deux boîtes construites comme je l'ai enseigné, & garnies de leurs couvercles, doivent être de même poids; mais dans l'une des deux, il faut faire entrer une masse, qui soit égale au poids de la boîte, & qu'on puisse ôter quand on voudra. Cette masse sera si l'on veut, une molette de plomb; & afin qu'elle se contienne mieux, & que le mouvement imprimé au portant, ne la mette pas dans le cas de soulever le couvercle & de sortir, il faut la couvrir d'une molette de liege, qui entre un peu à force; un bout de fil de fer rivé, par-dessous le plomb, & qui soit

tourné en boucle ſur le liege, avec un petit nœud de ruban, donnera la facilité d'enlever cette maſſe, quand il le faudra.

Préparez auſſi des petites rondelles de plomb, qui entrent dans les ſeaux pour les charger à volonté; mais n'oubliez pas d'y faire un trou au centre, pour les enfiler ſur la tige à laquelle eſt attachée la corde, & un autre vis-à-vis celui qui eſt au fond du ſeau, pour donner paſſage à la corde deſcendante.

Enfin comme les boîtes livrées à la force centrifuge, vont frapper rudement les vis qui tiennent les fils de fer tendus, & qu'en enlevant les ſeaux elles les font heurter de même contre les poulies *l l*, vous ferez bien de mettre des couſſinets aux endroits du choc, afin que les pieces n'en ſouffrent point de dommage. Ces couſſinets ſe font fort bien avec des petites bandes de drap roulées & arrêtées ſur le fil de fer, à la tête des vis tirantes, & ſur la corde, à l'endroit où elle eſt attachée à la tige du ſeau.

Chaque fois qu'on voudra faire des


Fig. 1.
G
E
o
n
K
I
M
F
H
N
L
Y
x
q
q
o
y
a
A
a
D
B
b
C
c
Fig. 1.
v
S
v
R
r
Fig. 2.
v
p
O
R
Q
q
Z
z
P
O
S
f
h
f
h
a
b
F
M
H
K
i
N
V
n



expériences avec les portans dont je viens de donner la description, il faut passer un peu d'huile avec le bout du doigt, ou avec un morceau de drap sur les dents des cremaillères, sur les fils de fer, tant verticaux qu'horizontaux & avec le bout d'une plume, aux axes des poulies.

Sixieme & septieme Expériences.

J'AI employé pendant plusieurs années les moyens indiqués dans les *Préparations* de ces deux expériences, pour faire décrire le cercle, la spirale, & l'ellipse à ma machine des forces centrales : mais j'avois beaucoup de peine à maintenir bien droite, une table de deux pieds $\frac{1}{2}$ de diametre, qui n'étoit portée que sur un pied, à la rendre toujours parallele au plan dans lequel tournoit l'alidade, & à faire agir dessus, un crayon fragile & mené rapidement. Quoique ces difficultés ne fussent point insurmontables, elles m'ont parru plus grandes que l'utilité que j'avois à attendre d'une pareille exécution : j'ai pris le parti, il y a déja long-temps d'abandonner ces moyens

V. LEÇON. II. Sect. Pl. VI. Fig. 27. & 28.

& de conduire moi-même le crayon en représentant la force centripete, par un fil tiré ou retenu vers le centre du mouvement, & la force centrifuge, par l'action de la main qui le tient tendu avec le crayon, qu'on doit regarder comme le mobile livré aux deux forces.

a b, *d e*, *Pl. X. Fig.* 1. est une table quarrée de bois noirci qui a dix-huit pouces de longueur, autant de largeur & maintenue par un cadre qui a près de deux pouces de largeur, avec une épaisseur proportionnée : sur cette table sont tracées deux lignes qui passent par le centre *C*, en se croisant à angles droits ; à leur intersection est attachée une pointe de fer quarrée qui s'éleve perpendiculairement de quatre lignes, au-dessus du plan de la table, & qui est creusée en gorge à une ligne près de son extrêmité. Des deux côtés de cette pointe, & à quatre pouces de distance d'elle, sont deux petits trous prêts à recevoir des clous d'épingle de laiton à tête ronde, & qui s'élevent à la même hauteur.

Quand je veux représenter la ré-

volution d'un mobile produite par une force centripete & une force centrifuge, dont les rapports sont constants, je plie en deux sur la longueur *C a*, un fil blanc dont je noue les deux bouts ensemble, je le passe d'une part sur la gorge de la pointe qui est en *C*, & de l'autre part, je le tiens tendu, en faisant passer dedans un crayon blanc *g* ou *G*, sur lequel j'ai formé une petite gorge à trois ou quatre lignes près du bout qui doit marquer; & en le tenant sur la table en *g*, dans une situation perpendiculaire, je le conduis en avant, jusqu'à ce qu'il ait fait un tour, ce qui lui fait tracer un *cercle*.

Pour représenter la révolution d'un mobile, produite par deux forces centrales dont les rapports varient d'une maniere symmétrique, je prépare un double fil semblable au précédent, mais un peu plus court; je l'accroche à deux petits clous *f*, *f*, *Fig.* 2. je le porte avec le crayon vers *a*, & en le tenant toujours tendu, je le pousse en avant, ayant soin qu'il embrasse toujours les deux clous *f*, *f*; quand le crayon est revenu en *a*

d'où il eſt parti, la ligne tracée ſur la table eſt une *Ellipſe.*

Enfin pour montrer que le mobile s'approche ou s'éloigne du centre de ſa révolution par une ligne *ſpirale*, quand l'une des deux forces centrales, va toujours en augmentant ou en diminuant, je mets ſur la pointe quarrée qui eſt au centre de la table, un bouchon de liege ou un cylindre de bois *h*, de ſix lignes de hauteur, & de ſept à huit lignes de diametre, à la circonférence duquel eſt attaché un fil, terminé à l'autre bout par une boucle: j'enveloppe le fil tout entier ſur le cylindre, à la réſerve de ſa boucle dans laquelle j'engage le crayon, & je trace ſur la table, en tournant & en développant le fil de plus en plus: je reviens enſuite en ſens contraire, & en enveloppant le fil ſur le cylindre; & je décris tant en allant qu'en revenant, une ligne ſpirale, comme elle eſt repréſentée par la *Fig.* 3.

Dans une école où l'on a ſouvent à répéter ces démonſtrations, il eſt plus commode d'avoir une table noire, & de tracer avec un crayon

crayon blanc les lignes, qui s'effacent après très-aisément : mais on pense bien sans que je le dise, qu'on peut faire les mêmes opérations avec un crayon noir ou rouge, sur une carton blanc.

On peut encore montrer le mouvement dans une ligne spirale en attachant une boule d'yvoire *K*, *Fig.* 4. de trois ou quatre onces, au bout d'un gros fil ou d'une ganse de soie fort menue, que l'on fait passer par un trou fait au milieu d'une table & tiré en-dessous par un poid *P*, à-peu-près égal à celui de la boule. Car la boule étant tirée avec la main vers le bord de la table, comme *iK*, si on lui donne une impulsion dans une direction perpendiculaire au fil, cette force, qui est centrifuge, combinée avec l'action du poids *P*, qui la rappelle vers le centre *i*, tend à lui faire décrire un cercle ; mais le frottement de la table, prenant plus sur la premiere de ces deux forces que sur l'autre, celle-ci devient respectivement de plus en plus forte, ce qui fait que le mouvement, de cir-

culaire qu'il devroit être, se composé dans une ligne spirale.

AVIS

Concernant la SIXIEME LEÇON.

Premiere Expérience.

VI. LEÇON. I Sect. Pl. II. Fig. 4.

JE n'ai presque rien à ajouter ici à ce que j'ai dit dans la *Préparation* de cette expérience ; sinon que pour avoir un vuide suffisant avec plus de promptitude, on fera bien de choisir le récipient le plus étroit qu'on pourra, & d'y mettre une chandelle à grosse méche bien allumée qui soit élevée environ aux deux tiers de sa hauteur ; il faudroit la mettre encore plus haut, si l'on n'avoit point à craindre, que la flamme ne fit casser le verre.

Si l'on se sert du morceau de papier trempé dans la liqueur fumante (*a*), on n'aura pas cet inconvénient

(*a*) Voyez la composition de la liqueur fumante, dans la deuxieme Partie *Tome premier page*, 377.

à craindre, mais il faut sçavoir, que cette vapeur n'est pas bonne à respirer, & qu'étant corrosive, elle pourroit gâter le cuivre de la machine, si l'on en faisoit un trop grand usage.

Cette premiere expérience ayant pour but de prouver qu'on doit admettre une pesanteur absolue dans les matieres mêmes qu'on voit presque toujours s'élever de bas en-haut, on peut y ajouter celle-ci qui confirme très-bien cette verité.

Remplissez de vin rouge une petite fiole *A*, *Fig.* 5. dont la panse est à-peu-près grosse comme un oeuf de poule, & dont l'orifice a environ deux lignes de diametre; descendez-la au bout d'un fil dans un vase long; un grand gobelet suffira, si l'on n'en a pas d'aussi haut & d'aussi étroit que celui qui est représenté ici. Si la petite fiole *A*, se fait à la Verrerie, on la demandera épaisse de verre, afin qu'elle demeure plus ferme au fond du vaisseau; si on la fait souffler à la lampe par un émailleur, on l'attachera avec du mastic ou autrement, sur une molette de plomb qui

lui servira de base. Remplissez ensuite le vase *B*, avec de l'eau claire, en la versant de maniere qu'elle ne dérange point la fiole; vous verrez aussi-tôt, que le vin, quoique liqueur pesante, montera au travers de l'eau, à-peu-près comme on voit monter la fumée d'une cheminée dans l'air de l'atmosphere.

Il y a des vins qui sont aussi pesants que l'eau, & qui ne réussiroient point pour cette expérience; les vins de Bourgogne & de Champagne rouges, sont préférables à la plûpart des vins méridionaux.

Seconde Expérience.

VI. LEÇON. I. Sect. *Pl. I. Fig.* 2, 3, & 4.

LA machine qui est décrite dans la *Préparation* de cette expérience, est un appareil assez dispendieux, & qui est embarrassant non-seulement dans l'exécution, si l'on n'a pas un bon ouvrier, mais aussi dans l'usage qu'on en fait: si quelqu'un aime les machines, & qu'il soit aidé d'un Artiste un peu adroit & intelligent, la description que j'ai donnée de celle-ci pourra lui suffire: mais si l'on ne cherche qu'à prouver ce qui fait l'objet

de cette expérience, je conseille de préférer le moyen que je vais enseigner, parce qu'il est bien plus simple, bien plus facile, & qu'il va également au but.

Ayez un tube de verre ou de crystal, qui ait au moins un pouce de diametre *intérieur*, long de cinq à six pieds, & bouché par un bout, sinon hermétiquement, au moins avec une virole de cuivre garnie d'un fond & mastiquée au verre, de maniere que l'air ne puisse point passer par-là. Faites entrer dans ce tube une piece de métal grande comme un liard, & un petit morceau de papier de pareille grandeur, & arrondi de même; fermez le tube avec une virole de cuivre garnie d'un fond, & d'un bon robinet, qui puisse s'ajuster à la vis qui est au centre de la platine de la machine pneumatique, comme il est représenté par la *Figure 6*.

Faites le vuide dans le tube le plus parfaitement que vous pourrez, & détachez-le de la machine pneumatique, après avoir bien fermé le robinet; en renversant ce tube tantôt d'un

bout, tantôt de l'autre, vous ferez voir, que la piece de métal ne tombe pas plus vîte que le morceau de papier, tant que le vuide subsiste, & que celui-ci n'est retardé dans sa chûte, que quand le tube est rempli d'air.

Si l'on avoit peine à trouver un tube de cinq à six pieds de longueur, on pourra le faire de deux pieces que l'on joindra ensemble, par une virolle de métal de deux ou trois pouces de longueur, & bien mastiquée à l'une & à l'autre. Et si l'on vouloit rendre ce tube portatif, pour l'envoyer au loin, on pourroit faire la virolle de deux pieces, qui se joindroient à vis; mais alors il faudroit qu'elles eussent chacune un rebord large de quelques lignes, pour presser entr'elles, un anneau plat de cuir gras, afin d'empêcher que l'air ne rentre par la jonction.

Troisieme Expérience.

VI. LEÇON. I. Sect. Pl. I. Fig. 5.

LES émailleurs qui préparent cet instrument, ne se donnent pas la peine de l'appliquer à la machine pneumatique pour y faire le vuide; ils y

font entrer la quantité d'eau qu'ils ont dessein d'y mettre (c'est à-peu-près jusqu'au tiers de la hauteur de la fiole), & afin que cette eau ne se gêle point l'hyver, ce qui feroit casser le verre, ils y mêlent un quart d'eau forte, dans laquelle on a fait dissoudre un peu de cuivre, afin de lui faire prendre un couleur verte. La fiole au-dessus de la boule creuse, est terminée par un bout de tube dont l'extrémité est capillaire; on tient la partie qui contient l'eau au-dessus d'un réchaud plein de charbons bien allumés jusqu'à ce que cette eau bouille; alors, il s'éleve de là une vapeur dilatée, qui pousse devant elle la plus grande partie de l'air qui est au-dessus, & qui le fait sortir par l'orifice qui est fort étroit; l'émailleur souffle avec un chalumeau sur cette partie, la flamme d'une grosse chandelle, & scelle l'extrémité du tuyau qui est capillaire.

Ce scellement est une opération assez délicate; il ne se feroit pas, si la vapeur aqueuse continuoit de sortir; il faut donc suspendre l'action du feu sur l'eau de la fiole, en l'ôtant

de dessus le réchaud; mais il faut saisir le moment où l'air extérieur n'a pas encore eu le temps de rentrer, pour souder le verre; & c'est pour cela, qu'on a pris la précaution de faire le bout du tuyau très-mince, afin qu'au premier contact de la flamme, il pût être fondu & scellé.

Ce premier scellement n'est point assez solide : l'émailleur attend que la fiole soit refroidie & maniable, & alors il scelle le bout du tube à demeure, & le plie en forme d'anneau, afin qu'on puisse y attacher un nœud de ruban pour suspendre l'instrument.

Un instant avant de secouer la fiole, pour faire frapper l'eau au fond, il faut l'incliner ou la renverser, afin qu'elle se mouille dans la partie où l'eau doit monter, & que celle-ci s'y meuve plus facilement, tant pour monter, que pour descendre.

La boule creuse que l'on souffle ordinairement au haut de la fiole, n'y est point absolument nécessaire, mais elle rend le bruit que fait le choc de l'eau plus éclatant; l'essentiel est d'avoir un tube gros comme le doigt,

scellé

ſcellé par en bas, même par en haut pour être ſcellé aiſément & promptement, & ſi n'ayant pas la commodité de fondre le bout pour le ſceller, on le bouchoit avec de la cire d'Eſpagne ou autrement, le principal effet de l'expérience auroit lieu. Si l'on entreprend de faire ſoi-même cet inſtrument, on s'appercevra aiſément, que quand on fait bouillir l'eau de la phiole, il faut la tenir avec précaution pour ne ſe point brûler, car la vapeur s'échauffe conſidérablement.

Au ſujet de la peſanteur diminuée par la force centrifuge réſultante de la rotation du globe terreſtre ſur ſon axe, il eſt fait mention dans cette Leçon d'une expérience que je faiſois autrefois, avec un globe flexible, en le faiſant tourner rapidement; il perdoit par là ſa ſphéricité, devenoit un ſphéroïde un peu applati par les poles. J'ai négligé depuis long-temps cette machine, mais ſi quelqu'un eſt curieux de l'exécuter, il n'a qu'à ſuivre de point en point ce que j'en ai dit *Tome II.* des

VI. LEÇON. I. Sect. Pl. II. Fig. 8.

Leçons de Physique, *page* 152. à quoi j'ajoute ce qui suit.

Il faut que les deux parties de l'axe sur lesquelles glissent les rondelles de bois qui sont aux poles du globe, portent sur une de leurs faces, des dents inclinées comme celles d'une cremaillere, & que les rondelles de bois traînent avec elles des petites lames à ressort, qui glissent sur ces dents en allant vers le centre du globe, mais qui soient retenues par ces mêmes dents à l'endroit de l'axe, où la force centrifuge les aura fait aller; afin que cet effet demeure sensible, quand on arrêtera le globe.

Le globe doit avoir au moins un pied de diametre; & si l'on veut qu'il ressemble mieux à celui de la terre qu'il représente, on pourra faire imprimer sur de la peau de mouton choisie, les fuseaux d'un globe terrestre, que l'on découpera & que l'on assemblera en les cousant proprement ensemble; on pourra même enluminer ce globe quand il sera rempli, comme le sont ordinairement ceux de carton. Les Artistes qui vendent ceux-

ci pourront fournir des fuseaux imprimés fur de la peau, comme ils fourniffent ceux qui font imprimés fur du papier.

Quatrieme & cinquieme Expériences.

DANS les avis fur la troifieme Leçon *pag.* 73 & *fuiv.* j'ai décrit une machine femblable, à peu de chofe près, à celle qui eft employée dans cette expérience; fi on fe l'eft procurée, il ne fera pas befoin de conftruire celle-ci: au lieu d'un tiroir, on y trouvera deux cuvettes rondes remplies de terre molle, & qu'on fera tourner à volonté, pour préfenter de nouvelles places fous la chûte des corps qu'on aura à éprouver.

VI. LEÇON. I. Sect. Pl. II. Fig. 9.

Si l'on veut faire tomber une boule plûtôt que l'autre en la faifant partir de moins haut, on la fufpendra avec un fil au-deffous de la traverfe mobile: & l'on fera aboutir ce fil fous la pince, qui tient l'autre boule, de maniere que celle-ci ne pourra point être lâchée, que le fil ne le foit en même-temps.

On trouvera auffi dans l'endroit que je viens de citer, la maniere de fe

procurer des boules de cuivre, de mêmes diametres, & de différents poids. . .

Sixieme Expérience.

VI. LEÇON. I. Sect. *Pl. II. Fig.* 10.

J'AI beaucoup ſimplifié l'appareil de cette expérience, & je l'ai rendue d'une exécution plus facile, en procédant comme il ſuit.

Au lieu de deux cordes paralleles de métal ou de boyaux, je n'en employe qu'une qui eſt de chanvre, bien liſſe, bien égale, & qui a deux lignes & demie de diametre : je l'attache à un point fixe *A, Pl. X, Fig.* 6. qui eſt élevé de neuf pieds au-deſſus du terrein de l'endroit où ſe fait l'expérience ; j'enfile deſſus cette corde, le curſeur *D*, & la piece de rencontre *E*, dont je parlerai toute à l'heure ; enſuite je la fais paſſer ſous une poulie qui eſt en *C*, à vingt-ſept pieds de diſtance de *B* ; je la tends fortement en la tirant de bas en haut ; j'en noue le bout à un cloud *F*, attaché au mur ou au l'ambris, & je diviſe la longueur *A C*, en neuf parties égales que je marque avec de la craye ou avec de la pierre noire.

Le curseur *D*, est fait d'une piece de cuivre fondu, qui à environ six pouces de longueur, & qui est un peu pesante, afin que son centre de gravité, se maintienne aisément sous la corde; il est garni de deux poulies de buis, qui doivent être bien mobiles, afin que sa chûte se fasse plus librement par le plan incliné formé par la corde.

La piece de rencontre *E*, est un canon de cuivre qui porte en avant une petite platine ronde contre laquelle le curseur vient heurter avec bruit, & qui donne la facilité de remarquer, quand il est arrivé au terme de sa chûte : on l'arrête sur la corde à tel endroit que l'on veut, par le moyen d'une vis de pression : cette piece peut aussi se faire avec un morceau de bois tourné, mais alors il faut la garnir d'une virole de cuivre, dans l'épaisseur de laquelle on puisse tarauder l'écrou de la vis.

Je compte les temps avec un pendule *G*, qui peut être attaché au lambris ou au mur de la chambre; mais il est encore mieux, de l'avoir tout monté sur une planche forte, de

quatre à cinq pouces de largeur ; que l'on transporte & que l'on attache où l'on veut : consultez la *Fig*. 7. où j'ai représenté cet instrument, avec de plus grandes dimensions que dans la précédente.

H I, est une lame de fer qui peut avoir sept à huit lignes de largeur, & qui s'attache sur la planche avec deux vis. Elle porte une équerre *K*, qui tient encore à une console qui est au-dessus. Entre la partie descendante de l'équerre, & la lame *H I*, est placé un axe *m*, qui tourne librement, ayant d'un côté une pointe qui entre dans un trou conique, & de l'autre, un coup de poinçon dans lequel entre la pointe d'une vis ; dans le milieu de cet axe, est assemblée la verge du pendule, qui a trois pieds & demi de longueur ; grosse comme le petit doigt, & ronde depuis l'axe *m*, jusques en *N*, c'est-à-dire, dans la longueur de dix-huit pouces ; le reste est plat, & l'on ne voit ici que son épaisseur, qui est de deux lignes : je fais glisser sur cette derniere partie, une lentille semblable à celle des horloges de chambre, qui pese cinq

à six livres, & que j'arrête à telle hauteur que je veux, par une vis de pression : la partie de la verge qui passe au-dessous de la lentille est terminée par un tenon à vis & une portée, & j'y attache avec un écrou, un timbre de montre, vis-à-vis duquel je place sur la planche, une lame à ressort *o*, que je fais approcher à volonté, en mettant par derriere un petit coin.

Cette lame *o*, porte une petite masse, que le bord du timbre heurte en passant, lorsque le pendule fait ses oscillations, ce qui donne lieu de compter les temps ; & ces temps deviennent plus ou moins longs, selon que l'on arrête la lentille plus ou moins bas sur la verge.

Quand on veut faire l'expérience, dont il s'agit ici, il faut mettre le pendule en mouvement, placer la piece de rencontre à la fin de la premiere division 1, porter le curseur en *A*, & le laisser aller dans l'instant même que le timbre frappe un coup, afin d'éprouver s'il arrive justement au chiffre 1, lorsqu'on entend sonner le coup qui suit immédiatement.

S'il arrive trop tôt, c'eſt une marque que les temps ſont trop longs. On en diminuera la durée, en remontant un peu la lentille : ſi au contraire, le curſeur arrive trop tard, on rendra les temps plus longs, en faiſant baiſſer la lentille.

Quand on ſe ſera aſſuré par pluſieurs épreuves que le temps qui s'écoule, d'un coup de timbre à l'autre, eſt celui qu'il faut au curſeur, pour deſcendre ſur la corde de la neuvieme partie de ſa longueur, c'eſt-à-dire de *A*, au chiffre 1, on portera la piece de rencontre au bout du quatrieme eſpace, & en faiſant tomber le curſeur du point *A*, comme précédemment, on remarquera que cette chûte s'acheve en deux temps. On verra de même, que les neuf eſpaces ſont parcourus en trois temps.

Il ſeroit facile d'adapter au marteau *o*, une détente qui fît partir le curſeur, dans l'inſtant que le timbre ſonne ; mais c'eſt une machine de plus, dont on apprend bien-tôt à ſe paſſer.

Premiere Expérience.

VI. LEÇON. II. Section. Art. I. Pl. II. Fig. 10.

LA même corde qui a servi dans l'expérience précédente, peut être employée dans celle-ci en rapprochant le point *C*, *Fig.* 6. au point *Q*, afin que la corde forme le plan incliné *AQ*, dont la longueur soit double de la hauteur *AB*, que je suppose toujours être de neuf pieds.

La boule d'yvoire qui tombera librement de la hauteur *AB*, achévera sa chûte dans les $\frac{3}{4}$, d'une seconde à peu de chose près ($\frac{772}{1000}$ de seconde.) Pour rendre la durée d'une oscillation du pendule égale à cet intervalle de temps, il faut remonter la lentille sur la verge, jusqu'à ce que son centre ne soit éloigné que d'un pied & dix pouces du centre de son mouvement (*a*), & alors on fera plusieurs épreuves, jusqu'à ce qu'on soit sûr, que le temps d'une

(*a*) Un pendule simple battra $\frac{772}{1000}$ de seconde, si son centre d'oscillation est à un pied neuf pouces cinq lignes & $\frac{81}{100}$ du centre de mouvement. Mais ici nous n'avons pas affaire à un pendule simple, & il nous suffit d'un à-peu-près.

oscillation marqué par le timbre s'accorde sensiblement avec celui que la boule d'yvoire employe dans sa chûte de neuf pieds.

Et pour faire partir la boule dans l'instant même que commence l'oscillation du pendule, on pourra se servir du moyen que voici. C'est une espece de détente dont les pieces sont attachées sur la planche qui porte le pendule, & vis à-vis de la verge, quand elle est dans son repos. *Voyez la Fig.* 7.

R ou *r*, est une bride de fer ou de cuivre, dans laquelle doit passer librement la boule d'yvoire, qui ne doit point avoir moins d'un pouce de diametre; *S s*, est un levier aussi de métal, qui fait un angle fort obtus en *T*, où est le centre de son mouvement; *V*, *v*, est une autre bride dans laquelle se meut la branche inférieure du levier, derriere laquelle est un ressort qui la pousse en avant. *X*, *x*, est une petite lame taillée en mantonnet, & terminée par un anneau, par lequel elle est prise dans un crochet attaché à la planche; de maniere que quand elle est abandon-

née à elle-même, elle tombe par son propre poids, & demeure suspendue contre la planche.

On place la boule d'yvoire dans la bride *r*, on l'y retient par la pression du levier *S*, en poussant la branche *s* contre son ressort, & en l'acrochant de côté au manntonet *x*; quand le pendule vient toucher le timbre, sa verge en passant fait échapper le mantonnet, le ressort pousse la branche *s*, du levier jusqu'au bout de sa bride, & l'autre branche cesse d'appuyer contre la boule, qui commence dès lors à tomber.

Le mobile *D*, commencera aussi à tomber par le plan incliné, en même-temps que la boule d'yvoire, suit la ligne verticale, si on le retient par un bout de fil qu'on fera passer entre la boule & le bout du levier *S*, car celui-ci ne pourra point lâcher la boule qu'il ne laisse échapper le fil en même-temps.

Il faut faire tomber la boule d'yvoire sur quelque chose qui fasse entendre le choc, afin qu'on puisse mieux juger du temps qui termine sa chûte.

Seconde Expérience.

VI. LEÇON. II. Section. Art. I. Pl. IV. Fig. 16.

QUOIQUE dans des expériences de cette espece, on ne doive point compter sur des effets qui répondent exactement à la théorie, à cause des frottemens & autres obstacles inévitables, & qu'on doive les regarder moins comme des preuves que comme des représentations sensibles & imparfaites qui facilitent aux commençants l'intelligence des principes qu'on leur enseigne; cependant j'ai cru devoir réformer la machine qui est décrite dans la *Préparation* & par la figure citée en marge, pour en substituer une autre dont je suis plus content, & que je vais faire connoître.

C'est un chassis *AefB*, *Fig.* 8. qui a huit pieds de hauteur sur quatre de largeur & dont les montans & les traverses sont désignés par les lignes ponctuées. Ce chassis est couvert d'une toile peinte en huile dont le fond est blanc; ou si l'on veut d'une simple toile bien tendue, sur laquelle on collera des feuilles de papier blanc.

Du point *K*, qui partage la ligne *A B*, en deux parties égales, on décrira la demi circonférence de cercle *A C D B*, & les deux cordes *C B*, *D B*.

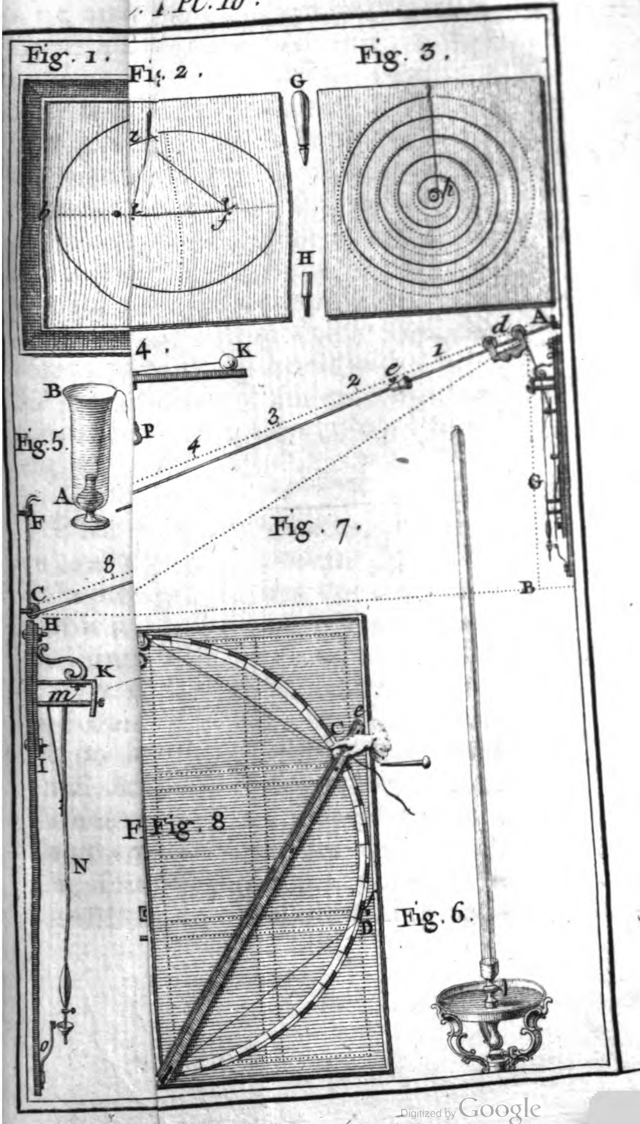
En *A*, on fait un trou de vrille, pour placer la poulie *a*, qui doit être très-mobile, & dont la gorge est dans un *plan* parallele à celui du chassis, & éloigné de lui au moins d'un pouce.

En *B*, est un pareil trou, dans lequel on fait entrer le bout d'une broche de fer *b*, qui y tient fermement, & qui demeure saillante d'un pouce & demi, non compris la boucle ou la tête.

Sur les deux lignes *C B*, *D B*, on place successivement le bord d'une regle de bois *B e*, qui à environ deux pouces de largeur, & quatorze lignes d'épaisseur, sur laquelle on a creusé une gorge angulaire : cette piece est échancrée par en bas en fourchette pour entrer sur la broche de fer qui est en *B*; & par en haut, elle s'arrête avec une autre cheville de fer, qui la traverse, & dont la pointe entre en *e* ou en *f*, dans le montant du chassis.

Le chaſſis étant ainſi préparé, on l'éleve verticalement, ayant ſoin que la ligne *A B*, ſe trouve d'aplomb, & on l'arrête dans cette ſituation, ſoit en l'appuyant contre le bord d'une table & en l'y retenant avec deux crochets, ſoit en lui préparant un ſupport exprès, que chacun peut aiſément imaginer, & former ſelon ſon goût. On a une boule de cuivre de huit à neuf lignes, & une autre d'yvoire qui a un pouce de diametre; la premiere eſt attachée au bout d'un fil que l'on fait paſſer ſur la poulie *A*, & dont on ſerre l'autre bout avec le doigt ſur la boule d'yvoire placée dans la gorge angulaire de la piece *B e*, à l'endroit où elle coupe la demi circonférence de cercle en *C*, par exemple, ou en *D*. De ſorte qu'en levant le doigt, on laiſſe en même-temps aux deux boules, la liberté de tomber vers *B*, l'une par le diametre *A B*, l'autre par la corde *C B*, ou *D B*.

On ne fera pas mal de placer ſous la chûte commune de ces deux boules, une boîte pour les recevoir, & pour empêcher qu'elles ne ſe diſper-


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
G
H
4.
K
P
B
Fig. 5.
A
F
C
H
K
m
I
N
Fig. 7.
Fig. 8
Fig. 6.
d
e
A
B
C
D
1
2
3
4
8

ſent au loin ; on jugera par les deux chocs qu'elles feront en arrivant dans la boîte, du peu de différence qu'il y a entre les temps de deux chûtes ; ou l'on fera voir, que ce défaut vient du frottement que la boule d'yvoire éprouve en roulant dans la couliſſe, parce que la différence ſera plus petite, à meſure qu'on la fera tomber par un plan moins incliné à l'horizon, le frottement étant moindre alors, parce que la boule peſe moins ſur ce plan, que ſur celui qui eſt plus incliné.

Troiſieme Expérience.

POUR préparer cette expérience, on couvrira le revers du chaſſis de la précédente, avec une toile ſemblable à celle ſur laquelle on a tracé les lignes dont j'ai fait mention, & l'on y deſſinera tout ce qui eſt marqué dans la *Fig.* 1. *Pl. XI.* ſçavoir 1°. un demi-cercle dont le centre eſt en *C*, & dont les deux moitiés ſont diviſées de part & d'autre en 90, degrés marqués de dix en dix. 2°. On formera avec des points, la ligne *E F*, parallele aux deux grands

VI. LEÇON. II. Section. Art. I. *Pl. IV. Fig.* 16.

côtés du chassis, & qui partage sa largeur en deux parties égales. 3°. Du point *D* comme centre, on marquera d'un trait de compas l'arc de cercle *G H I*.

Après cela vous percerez deux trous, l'un en *C*, l'autre en *D*, pour recevoir chacun une vis comme *L*, qui est de cuivre, avec une tête platte, & qui est percée suivant sa longueur & taraudée en dedans : ces écrous ainsi fixés dans l'épaisseur du bois reçoivent deux broches de fer à vis *M*, *N*, qui sont garnies chacune de deux petites oreilles, pour donner prise à la main qui doit les faire tourner & les serrer ; la plus courte *M*, qui se place en *C*, s'éleve de deux pouces perpendiculairement au plan du chassis, & à un demi-pouce près de son extrêmité, il y a une petite gorge creusée en rond ; celle qui est marquée *N*, à trois pouces de longueur au-dessus de la partie qui est en vis, & elle se place en *D*. Toutes deux sont de fer poli, & de la grosseur d'une plume à écrire.

p q, est une tige de cuivre pointue,

tue, & fendue ſur les trois quarts de ſa longueur, pour porter un carton mince qui a cinq à ſix pouces de longueur ſur trois de largeur; le bout de cette tige ſe place dans un trou *P*, ſur le chaſſis, & de maniere que le bord *p p*, du carton couvre une partie de la ligne ponctuée *E F*, le milieu de ſa longueur répondant à l'extrêmité ſupérieure du quart de cercle *G H I*.

Tout étant ainſi diſpoſé, vous dreſſerez le chaſſis verticalement ſur ſon côté *A B*, que vous mettrez de niveau; & vous vous aſſurerez qu'il eſt dans cette ſituation, en ſuſpendant à la tige *M*, placée en *C*, un pendule fait d'une boule de métal, qui aura un pouce de diametre, & d'un gros fil de ſoie de la longueur *CG*; il faudra pour cela qu'étant libre, il ſe tienne parallele à cette ligne.

Pour exécuter la troiſieme expérience dont il s'agit ici, vous placerez en *R*, un carton ſemblable à *pp*, mais un peu plus long, afin qu'il s'étende juſqu'en *F*; vous porterez la boule du pendule vis-à-vis le point

E; vous la laisserez échapper dans un plan parallele à celui du chassis; & vous ferez voir qu'elle remonte en *F*, par un arc semblable à celui par lequel elle est descendue, ce qui sera aisé à observer, parce qu'elle frappera contre le carton.

Ensuite vous placerez la broche *N* en *D*, & la tige *p q* en *p*, de sorte que le milieu du carton *p p*, réponde en *I*, & vous laisserez tomber, comme précédemment, la boule du pendule de la hauteur du point *E*; ce pendule arrivé vis-à-vis la ligne *C G*, prendra un nouveau centre de mouvement en *D*, & ira frapper le carton, en suivant l'arc de cercle *G H I*, remontant à la même hauteur d'où il est descendu, quoique par un arc différent.

VI. LEÇON. II. Section. Pl. III. Fig. 19.

LA *Fig.* 19. citée en marge, n'est point correcte. Si vous voulez faire voir par des expériences, que la chûte d'un corp grave par un arc de cercle est plus prompte que par le plan incliné, & que la chûte par la cycloïde est plus prompte encore que par l'arc de cercle, servez-vous de la machine que je vais décrire.

A B C, *Fig.* 2. eſt un triangle rectangle formé avec des planches d'un pouce d'épaiſſeur, aſſemblées & collées à plats-joints, ou ſi l'on veut, à languettes & rainures; on fera bien de les mettre de bout avec une large emboîture ſur le côté *A C*, comme il eſt marqué par les lignes ponctuées. Ce triangle ſera élevé perpendiculairement, & fixé par des tenons collés, ſur une baſe chantournée garnie de trois vis, pour mettre la partie *A B*, d'aplomb, quand on voudra faire uſage de la machine.

Le côté *A C* du triangle ſera rendu concave ſuivant un trait de compas, qu'on fera paſſer par les deux points *A* & *C*; & l'on creuſera l'épaiſſeur du bois en forme de gouttiere, pour laiſſer courrir librement une balle d'yvoire de ſix à ſept lignes de diametre: afin de conſerver dans cette gouttiere, la courbure circulaire parallele à celle des bords, on la reglera avec un calibre, & on la finira avec un morceau de peau de chien de mer, pour la rendre bien unie.

Sur l'une des faces de ce triangle mixtiligne, on attachera une pareille gouttiere formée ſur l'épaiſſeur d'une regle de bois bien droite, & qui s'étendra du point *A*, au point *C*. Enfin ſur l'autre face on attachera encore une autre gouttiere creuſée avec les mêmes ſoins dans l'épaiſſeur d'un morceau de planche chantourné en *cycloïde*, & qui s'étendra de même du point *A*, au point *C*.

La cycloïde eſt une courbe, qui ne ſe fait point avec le compas, il faudra la tracer ſur un carton, que l'on découpera enſuite, pour ſervir de patron; & vous procéderez de la maniere qui ſuit.

Sur une feuille de papier bien épaiſſe; ou ſur un carton bien droit, & ſuffiſamment grand, tracez la ligne droite *a,b* indéterminée, *Fig.* 3: élevez ſur l'une de ſes extrêmités, en *a*, par exemple, une perpendiculaire *a e* auſſi indéterminée. Placez la pointe du compas ſur le point *a*, & ouvrez-le pour comprendre le rayon *a c*, égal à ſept pouces ½ & du point *c*, comme centre, décrivez la demi-circonférence *a o f*.

Faites la distance *a b*, égale à trois fois le rayon *a c*, & un septieme de plus. Elevez en *b*, une perpendiculaire *b g*, égale au diametre *a f*, & menez la ligne *f g*, parallele à *a b*.

Divisez en parties égales, & en tel nombre que vous voudrez, en douze, par exemple, la demi-circonférence *a o f*, & en pareil nombre de parties égales, la ligne *a b*, & de tous les points de division de la demi-circonférence menez des paralleles à *f g*, ou à la ligne *a b*.

Cela étant fait, portez avec le compas sur la premiere parallele, la douzieme partie de la ligne *a b*; sur la seconde, portez-en deux, sur la troisieme, portez-en trois, & ainsi de suite; & vous aurez par-là les ordonnées, *a h*, *2 k*, *3 l*, *4 m*, &c. & si vous faites passer une courbe par les extrêmités de toutes ces lignes, vous aurez la cycloïde, dont il est question.

Vous pouvez encore avoir la cycloïde par un moyen méchanique que voici. Placez votre carton ou votre papier sur une table bien unie,

& par-dessus, à l'un de ses bords, attachez une regle de bois *T t*, *Fig.* 4. épaisse d'un demi-pouce, & qui ait un peu plus de deux pieds de longueur; les deux bouts de cette regle doivent être arrondis, avec une petite gorge dans laquelle puisse se loger une fiscelle, ou une menue ganse de soie.

V est une roue pleine, ou évidée (cela est égal,) qui a quinze pouces de diametre, & qui porte en sa circonférence, une gorge semblable à celle d'une poulie; *x*, est un porte-crayon emmanché au bout d'une lame à ressort, attachée par un bout sur le plan supérieur de la roue, de sorte que le crayon rasant la circonférence, porte sur le papier, autant qu'il le faut pour marquer, sans être en danger de se casser.

La circonférence de la roue est entiérement embrassée par une corde qui se croise entr'elle & la regle, & dont les deux bouts se tirent par le moyen des chevilles *T*, *t*, qui peuvent tourner librement, parce qu'elles débordent la table.

Si tenant la roue *V*, toujours ap-

puyée contre la regle, vous faites rouler sur la longueur *y z*, la demi-circonférence dans l'ordre des chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6, le crayon tracera sur le papier, la courbe dont vous avez besoin.

Quand vous aurez construit la machine suivant la maniere que je viens d'indiquer, & que vous voudrez en faire usage, vous placerez deux balles d'yvoire, l'une dans la partie la plus élevée de la gouttiere droite *A C*; & l'autre aussi dans la partie la plus élevée de l'arc du cercle *A D C*, vous les tiendrez toutes deux sous le doigt placé en travers, & vous les laisserez aller en même-temps, pour faire voir que la chûte par l'arc de cercle est plus prompte que par sa corde.

Vous ferez la même chose avec les deux balles placées l'une au haut de la cycloïde, & l'autre en *A*, dans l'arc de cercle, pour montrer que la chûte par la premiere de ces deux courbes, s'acheve en moins de temps que par la seconde.

Et afin que ces balles ne sortent point de la machine, vous aurez soin

de fermer les gouttieres par en bas, avec des fonds de bois minces, afin que leur choc annonce le temps qui termine leur chûte.

Quatrieme Expérience.

VI. LEÇON. II. Section. Art. I. *Pl. IV. Fig. 16.*

POUR avoir le premier résultat de cette expérience, c'est-à-dire, pour faire voir que la demi oscillation d'un corps grave dans un arc de cercle s'acheve en moins de temps, que la chûte d'un pareil corps qui tombe librement & directement par le diametre de ce même cercle, on élévera le chassis, *Pl. X. Fig.* 8. sur un de ses petits côtés, comme dans la deuxieme expérience de cet article : on placera en *K*, une broche semblable à celle qui est marquée *M* (*Pl. XI. Fig.* 1.) & à cette broche on attachera le fil d'un pendule dont la boule réponde à la demi-circonférence tracée sur le chassis. On aura une autre boule suspendue à un fil fort délié, qui passera sur la poulie *A*, & dont on pincera l'autre bout avec la boule du pendule élevée d'environ vingt degrés au-dessus de son aplomb; de sorte que les deux boules partiront

ront en même-temps, lorſqu'on laiſſera aller celle du pendule ; & l'on aura lieu de remarquer que celle-ci paſſe au point *B*, un peu avant l'autre.

On fera voir pareillement qu'une oſcillation entiere dans un arc de cercle, ſe fait en moins de temps, que la chûte par une ligne verticale qui égale deux fois le diametre de ce même cercle, en faiſant le pendule de deux pieds de longueur, & en le ſuſpendant au point *L*, c'eſt-à-dire au quart de la hauteur *A B*, & en faiſant échapper les deux boules en même-temps, comme dans le cas précédent.

Comme la derniere demi oſcillation ne ſe fera point devant le chaſſis, il faudra placer en avant, quelque obſtacle qui reçoive le choc de la boule, à la fin de ſon aſcenſion ; & comme la broche *M*, placée en *K*, ou en *L*, pourroit nuire à la chûte de la boule qui vient du point *A*, il faudra avoir une autre poulie, montée de maniere, qu'elle ſe trouve de trois pouces en avant du bord

du chassis; ce qu'il est fort aisé d'imaginer.

Pour avoir les trois autres résultats énoncés dans cette quatrieme expérience, on préparera les pieces suivantes. *A B*, & *C D*, *Pl. XI. Fig. 5.* sont deux pendules, dont les verges qui sont de fer ou d'acier ont trente-huit pouces de longueur, trois ou quatre lignes de largeur & une bonne ligne d'épaisseur, limées & calibrées de maniere qu'elles soient également larges & également épaisses d'un bout à l'autre, & divisées par pouces sur une de leurs faces. En *A*, il y a deux aîles d'acier trempé faites d'une seule piece *E*, qui s'assemble en fourchette dans la verge *G*: cette piece *E*, est taillée par en bas en couteau, dont le tranchant est dans une ligne, qui forme des angles droits avec les deux faces de la verge, comme on le peut voir par le pendule *a b*, dont les aîles se présentent de face, & la verge par son épaisseur.

B, est une masse lenticulaire de cuivre de fonte, & tournée, qui a

trois pouces $\frac{1}{2}$ de diametre, dix-huit lignes dans sa plus grande épaisseur, & qui glisse sur la longueur de la verge, avec une bride & une vis de pression, pour l'arrêter où l'on veut, comme on le peut voir en *b*, ou en *B*.

La masse ou lentille du pendule *CD*, est de deux pieces également pesantes entr'elles, & ayant à elles deux le même poids que celle qui est en *B*. L'une de ces deux moitiés repose en bas sur une goupille qui traverse la verge à un demi-pouce près de son extrêmité, l'autre hausse & baisse à volonté, avec deux petits ressorts, qui pressent de part & d'autre sur la largeur de la verge, & par le moyen desquels elle se tient à l'endroit où on la met. Ce dernier instrument sert à montrer la différence qu'il y a entre un pendule simple & un pendule composé : on peut le regarder, comme simple, quand les deux moitiés de la lentille sont réunies ; il est composé, quand elles sont séparées ; cela sert en même-temps à faire entendre la différence qu'il y a entre le centre de gravité

& le centre d'ofcillation d'un corps grave.

F, eft un pendule femblable aux deux autres, mais qui n'a que le quart de leur longueur ; le corps grave qui eft au bout, eft une boule de plomb ou de cuivre qui ne pefe que la moitié ou le tiers de la lentille *B*. Cet inftrument fert à faire voir, que les ofcillations de deux pendules plus courts l'un que l'autre, fe font dans des temps, qui font comme les racines quarrées des longueurs de ces pendules ; car fi l'on commence à faire ofciller enfemble le pendule *A B*, & le pendule *F f*, à côté l'un de l'autre, on verra que celui-ci qui n'a que le quart de la longueur de l'autre, fait deux ofcillations contre une.

Pour fufpendre ces pendules, on préparera deux pieces de cuivre à jour qui aient fur chacun de leurs petits côtés deux tourillons, comme g, *g*, qui feront pris par deux équerres *h*, *h*, attachées fur une platine avec des vis ; il ne faudra qu'une vis pour chaque équerre, pourvû qu'on ajoute un petit pied *i*, qui entre auffi dans

l'épaisseur de la platine, pour empêcher qu'il ne tourne : l'espace vuide renfermé dans la piece *g g*, doit avoir un pouce de longueur sur quatre lignes de largeur ; & sur chacun des côtés longs il doit y avoir au milieu, un coussinet d'acier trempé *K*, creusé en angle obtus, & entaillé à queue d'aronde dans l'épaisseur du cuivre.

C'est dans les creux de ces deux coussinets que doivent reposer les couteaux du pendule, & afin que son mouvement soit toujours libre & qu'il ne puisse point se porter d'un côté ou de l'autre, sur le côté de la piece de cuivre *g g*, on attachera en dehors, des petites oreilles de métal, comme *L*, & l'on aura soin de tailler les couteaux de maniere, qu'ils ne puissent toucher que par la pointe de leur tranchant *e e* ; ces oreilles tiendront suffisamment, si elles entrent à coulisse un peu à force dans l'épaisseur du cuivre, où on leur creusera une place.

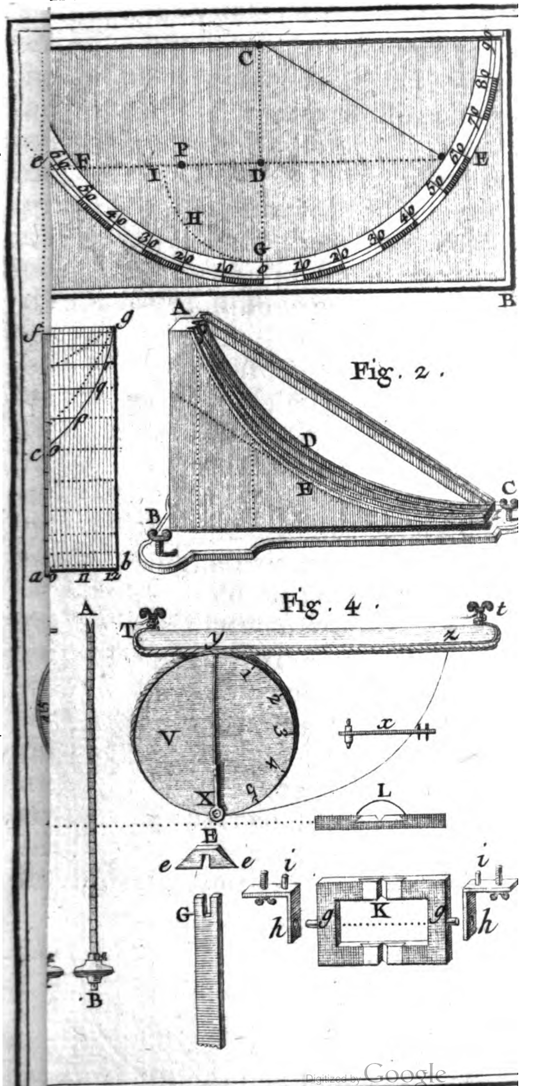
Les deux platines qui porteront ces pieces, ainsi préparées pourront s'attacher à quatre pouces de distan-

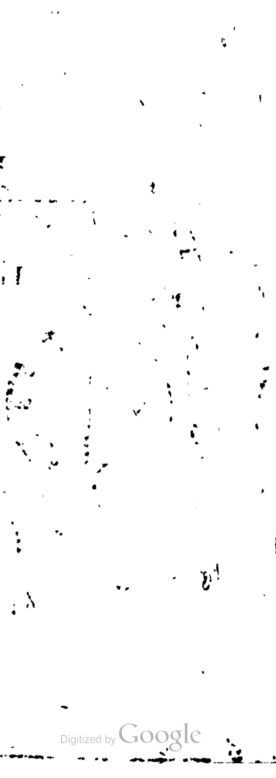
ces l'une de l'autre, sous la traverse mobile de la machine que j'ai décrite, dans les *avis* sur la troisieme Leçon : seconde Section *page* 73. & *suiv.* si l'on n'aime mieux, faire un support exprès, auquel cas, on aura soin de le faire solide, & de placer les pieces dont je viens de parler à la hauteur de trois pieds ½ ou quatre pieds, afin que les pendules puissent avoir leurs oscillations bien libres.

On fera donc passer la tête du pendule, en présentant la longueur du couteau suivant la direction *g g*; après quoi on le retournera, pour le placer sur les coussinets, & il prendra de lui-même son aplomb à la faveur du mouvement des tourillons dans les équerres *h*, *h* : & comme ce mouvement n'a besoin que d'une petite étendue, on pourra le limiter par un *rétentum*; il suffiroit pour cela, de mettre en *g*, un petit pied qui passeroit dans un trou oblong pratiqué à la joue de l'équerre : alors la piece ne pourroit que balancer un peu sur ses tourillons.

COMME le pendule, en qualité

Tome II . Pl. II .





de *Régulateur* s'applique à cette partie de l'Horloge qu'on nomme *l'Échappement*, & que bien des personnes ignorent comment se fait cette application, & pourquoi elle à son effet, il est bon d'avoir une machine peu composée & d'une certaine grandeur, qui fasse voir 1°. ce que c'est qu'un échappement ; 2°. comment il empêche la force motrice d'accélérer le mouvement du rouage ; 3°. par quel méchanisme les oscillations s'entretiennent égales, quoique le pendule emploie une partie de son mouvement à modérer la force motrice, à vaincre les frottements, & la résistance de l'air : on pourra construire cette machine comme celle que je vais décrire.

L'ensemble de cette machine est représenté de face en *P*, *Fig*. 5. & de profil dans la *Pl. XII. Fig*. 1. *A A*, est la cage, qui est composée de deux lames de cuivre pliées à angle droit par en bas, attachées l'une sur l'autre avec des vis, & d'une traverse chantournée *E*, attachée de même par en haut : elle a deux pouces ½ de largeur sur six de hauteur.

B, eſt un arbre d'acier garni d'une aſſiette de cuivre ſur laquelle eſt rivée une roue à rochet *C*, qui a trente dents & trois pouces ½ de diametre; à côté de la roue & ſur le même arbre, eſt une poulie ou bobine *d*, qui a quatre lignes de diametre: ſur ce cylindre eſt enveloppé un gros fil de ſoie au bout duquel pend un poids d'environ deux onces qui tend à faire tourner la roue.

Les pivots de l'arbre *B*, traverſent les lames de la cage; l'un des deux un peu en dépouille, s'avance de trois lignes pour recevoir un petit canon de cuivre ſur lequel eſt montée une aiguille *k*: Quand la roue *C* tourne, cette aiguille parcourt un cadran attaché avec deux vis à la lame antérieure de la cage, & diviſé en ſoixante parties, numérotées de cinq en cinq. Voyez la *Fig.* 5. de la *Pl. XI.*

E, eſt un autre arbre d'acier, qui porte deux pieces: la premiere *F*, s'appelle l'ancre à cauſe de ſa figure: on la peut faire de cuivre ſi l'on veut, mais il faut toujours que les palettes qui ſont aux deux bouts,

ſoient rapportées en acier. L'ancre doit être tellement ajuſté que quand la branche *G*, ſe léve pour laiſſer échapper une dent de la roue, l'autre palette *F*, tombe à temps pour ſuſpendre ſon mouvement : & lorſque celle-ci vient à ſe léver à ſon tour, il faut que la branche *G*, en revenant ſur la roue, rencontre la dent qui ſuit immédiatement celle qu'elle a laiſſé échapper dans ſa levée précédente ; & comme ce balancement doit être d'accord avec les oſcillations du pendule, il faut attendre que celui-ci ſoit ajuſté, pour fixer l'ancre ſur l'arbre *E*.

Le même arbre porte une ſeconde piece *I*, qui a $\frac{3}{4}$ de pouce de longueur, & qui y eſt fixée par une ſoudure, ou par une goupille qui traverſe le tout. La longueur de cette piece eſt à angles droits ſur celle de l'arbre, & c'eſt par ſes deux bouts qu'elle porte le pendule.

La verge *O P*, eſt compoſée de trois pieces ; la premiere *H*, eſt de cuivre, elle embraſſe par une fourchette, les deux bouts de la piece *I*, & s'y joint avec deux vis qui ont leurs

écrous dans son épaisseur, & dont les bouts prolongés sans filets, entrent librement dans la piece *I* ; par ce mouvement le pendule prend aisément son aplomb. La même piece plus large en bas que dans sa partie moyenne, est percée d'une rainure, suivant un trait de compas dont le centre est au point *H*; cette piece a environ deux pouces de longueur.

La seconde piece de la verge est encore de cuivre : elle a quatre pouces de longueur en totalité, & compris un cercle à jour *L*, au centre duquel passe l'abre *B*, quand le pendule est d'aplomb, & au moyen duquel les oscillations peuvent se faire sans obstacle; en *l*, est un trou taraudé dans l'épaisseur du métal. Cette partie de la verge est jointe à la piece *H*, par un petit cloud placé en *k*, qui traverse l'une & l'autre, en laissant à la premiere la liberté de tourner un peu à droite ou à gauche : une vis à tête qui passe par la rainure *h h*, fixe sa situation, quand on l'a déterminée.

Enfin la troisieme partie de la verge (*N*) percée par en haut de deux

petits trous oblongs, s'accroche à deux pitons *n*, *n*, comme on le peut voir par l'aſſemblage, *O P*, de toutes ces pieces. Vous remarquerez que cette troiſieme partie de la verge eſt coudée vis-à-vis la baſe de la cage, & que le plateau de bois ſur lequel elle eſt attachée, a auſſi une ouverture à jour *q q*, afin que le pendule ait ſes oſcillations libres; il y a de même une ouverture de trois ou quatre lignes de diametre en *r*, pour laiſſer paſſer très-librement le fil de ſoie qui vient de la bobine & qui eſt tiré par le poids.

Sur le bout d'en-bas de la verge, eſt enfilée une lentille, peſant environ deux livres. On peut la faire avec deux calotes de cuivre réunies & ſoudées enſemble par leurs bords; & quand on y aura placé le bout de la verge qui ſera un peu en dépouille, & frottée avec du ſavon, on y coulera du plomb. Si l'on veut ſe ménager le moyen de rendre la durée de l'oſcillation plus ou moins grande, on terminera le bout de la verge par une vis de douze à quinze lignes de longueur, avec un écrou, qui ſera

monter ou descendre la lentille, quand on le voudra. Du centre de la lentille, à celui de la pieçe *I*, on mettra une distance de trente-sept pouces.

Vous ménagerez à l'abre *E*, qui porte l'ancre, avec la piece *I*, qui sert de suspension au pendule, un petit mouvement d'avant en arriere, afin que vous puissiez, quand vous le voudrez, suspendre l'effet de l'échappement, & abandonner la roue à l'action libre du poids, ou de la force motrice. Cela s'exécutera facilement, si vous tenez les pivots ou tigerons de cet arbre un peu longs, & que vous mettiez entre l'un & l'autre une ligne & demie de distance de moins qu'il n'y en a entre les deux lames de la cage. Mais afin que ce recul ne se fasse que quand vous le voudrez, il faut que le pivot voisin de la piece *I*, soit arrondi, ou même un peu pointu par le bout, & qu'il porte contre une lame à ressort *r*, attachée en dehors.

La machine que je viens de décrire, attachée avec deux vis sur un plateau de bois *T* ou *t*, orné d'une mou-

lure, pourra ſe mettre dans une armoire, ou ſe poſer ſur une tablette, avec un récipient de machine pneumatique par-deſſus, pour la garantir de la rouille & de la pouſſiere, & c'eſt dans cette vue que la partie *N*, *P* du pendule, s'en ſépare quand on le veut. Mais pour la mettre en expérience, il faudra un ſupport qui la tienne élevée à quatre pieds de hauteur pour le moins, & dont la table *V*, ſoit percée à jour autant qu'il ſera néceſſaire pour donner un mouvement libre tant au pendule, qu'au fil qui porte le poids. On fera bien de pratiquer ſur cette table, une feuillure pour recevoir le plateau, afin que la machine y ſoit poſée d'une maniere plus ſûre. Le contour en eſt tout-à-fait indifférent; mais je conſeille de la faire porter ſur trois pieds droits ou en conſoles, aſſemblés par en bas ſur autant de traverſes partant d'un centre, avec des vis aux bouts pour caler: je m'abſtiens d'un plus grand détail, parce qu'il n'y a pas de Menuiſier qui, d'après cet énoncé, ne puiſſe conſtruire un ſupport propre à l'uſage dont il s'agit.

Je suppose donc que toute la machine est préparée comme je l'ai dit ; qu'elle est établie sur un support & calée de maniere que la verge du pendule soit perpendiculaire à l'arbre *E*, & que la tige *B*, passe au centre du cercle à jour de la partie *L* : pour y mettre la derniere main, il faut 1°. fermer ou ouvrir l'ancre en pliant ou en redressant un peu ses branches, jusqu'à ce que l'une des deux palettes étant entrée sur la roue à rochet presque de la profondeur d'une dent, l'autre laisse échapper la dent à laquelle elle répond, & que cet effet ait lieu également de part & d'autre.

2°. Il faut disposer les palettes de façon, que l'une poussée par la partie inclinée de chaque dent, s'éleve avec la branche à laquelle elle tient, & que l'autre présentant sa surface extérieure comme un plan incliné à la pointe des dents, soit poussée de même & à son tour.

3°. Vous ferez tourner l'ancre sur son arbre, jusqu'à ce que l'échappement de part & d'autre, se fasse à la fin de chaque excursion du pendule ; & alors vous l'arrêterez avec une

goupille qui le traversera avec l'arbre.

4°. Après tout cela si l'échappement de part & d'autre, ne se faisoit point encore dans des temps égaux, ce que les Horlogers appellent un échappement *boiteux*, on corrigera cette inégalité en portant la verge du pendule un peu à droite ou à gauche, par le moyen de la rainure & de la vis de pression qui est en *l*.

Avec une telle machine, on fera entendre facilement en quoi consiste l'échappement dans les Horloges, & comment on empêche par ce moyen la force motrice de précipiter le mouvement; car si l'on fait reculer l'ancre, aussi-tôt la roue devenue libre tournera avec accélération, & toute l'action du poids se consommera en très-peu d'instans.

On fera voir pareillement que la durée des temps marqués par l'échappement, est assujettie à celle des oscillations du pendule; car si l'on fait remonter la lentille sur sa verge d'une quantité considérable, l'aiguille marchera sensiblement plus vîte.

Enfin on fera remarquer que la

force motrice, qui sollicite la roue à tourner, porte une partie de son action sur le pendule, & répare le peu de mouvement qu'il perd à chaque oscillation; car si vous ôtez la partie *N P*, on verra que le reste de la verge qui tient à la piece *I*, se mettra à osciller & continuera jusqu'à ce que le poid soit entiérement tombé.

Cinquieme Expérience.

VI. LEÇON. II. Section. Art. II. *Pl. V. Fig.* 24.

Je faisois autrefois cette expérience avec du mercure, parce que ce fluide, ayant plus de masse qu'aucun autre, se défend mieux contre la résistance de l'air, contre celle des frottemens, &c. & qu'il conserve plus exactement le mouvement simple ou composé qu'on lui fait prendre. Mais il en faut beaucoup pour de pareilles expériences; il s'en perd toujours une assez grande quantiré, & ce minéral qui s'attache au métal, gâte en peu de temps les pieces du robinet qui ont le plus besoin d'exactitude: considérant de plus, que quelque liqueur qu'on emploie, jamais, à la rigueur, le jet ne représente la courbe géométrique,

métrique, mais ſeulement à-peu-près & d'une maniere ſenſible, j'ai pris le parti de n'employer que de l'eau commune, en conſtruiſant la machine de la maniere qui ſuit.

Ce qui eſt nommé la *cuvette*, eſt une caiſſe aſſemblée à queues, qui a près de deux pieds de longueur, ſix pouces de largeur & quatre pouces de hauteur; elle eſt doublée de plomb laminé avec une virole de cuivre un peu en dépouille, qui paſſe au travers du fond vers l'une des extrêmités, & dans laquelle eſt un bouchon de liege, ou encore mieux, un bouchon de même métal ajuſté comme une clef de robinet, pour vuider l'eau commodément après l'expérience.

Cette caiſſe eſt ornée par en bas, d'une moulure qui ſaille d'un pouce, & qui lui donne plus d'empatement: le bord ſupérieur de l'un des grands côtés, eſt coupé droit & parallelement à la baſe, celui de l'autre grand côté, qui eſt au-devant de la machine, peut être chantourné, avec une moulure au-deſſous du chantournement, laquelle regne auſſi ſur les deux petits côtés.

Sur chacun de ces petits côtés ; s'éleve un montant de dix-huit pouces de hauteur, qui est chantourné par-devant, & coupé droit par derriere, avec une feuillure, pour recevoir un chassis posé verticalement sur le bord du côté long de la caisse, & qui s'attache aux deux montants avec des vis.

Ce chassis qui peut être, si l'on veut, chantourné par en haut, sera couvert d'une toile bien tendue, & peinte avec du blanc à l'huile; on y tracera des lignes comme dans la *Fig.* 2.

Tracez la ligne *a e*, qui partage la hauteur du chassis en deux parties qui auront chacune neuf pouces de largeur, non compris le chantournement d'en-haut. Divisez cette ligne en quatre parties égales, & des points de division abaissez les perpendiculaires *b* 1, *c* 4, *d* 9, *e E*, dont les longueurs soient entr'elles, comme les nombres 1, 4, 9, 16, en passant par l'extrêmité inférieure de ces lignes, vous marquerez la courbe 1, 4, 9, *E*.

Décrivez ensuite du point *a*, le

quart de cercle *f g k* ; divisez-le en deux arcs égaux, & faites passer entre l'un & l'autre la ligne *a G*, que vous prolongerez hors du chassis, (je suppose qu'il est attaché sur une table assez grande) du point *G*, abaissez la perpendiculaire *G e*, ainsi que *I i*, *H h*, *L l*, à égales distances les unes des autres ; & du point *a*, & dans les mêmes rapports de longueur que les précédentes, c'est-à-dire comme les nombre 1, 4, 9, 16, afin d'avoir la courbe *a l h i e*.

Si vous voulez tracer sur le chassis, une parabole dont l'amplitude soit plus petite, au lieu de la ligne *a G*, qui fait un angle de quarante-cinq degrés avec *a e*, tracez-en une autre au-dessus ou au-dessous, & procédez pour le reste comme ci-devant, en divisant chacune de ces lignes en parties égales, & en abaissant des points de division, autant de perpendiculaires à la ligne *a e*, & en faisant croître leurs longueurs, comme les nombres 1, 4, 9, 16, 25, &c.

Vous commencerez par dessiner le

tout au crayon; & vous le marquerez ensuite avec du noir broyé à l'huile, ou détrempé avec du vernis, sans quoi l'eau qui mouille souvent cette machine effaceroit indubitablement les lignes, & les lettres.

L'eau qui doit jaillir est renfermée dans un tuyau de crystal *M*, qui a au moins deux pouces de *diametre*, & quinze à seize pouces de hauteur; il est fermé par en haut avec un couvercle de ferblanc ou de laiton, qui se leve, quand on veut y mettre de l'eau; & par en bas, il est mastiqué, dans une virole de cuivre, garnie d'un fond soudé à soudure forte, & au milieu de sa hauteur, d'un anneau plat de quelques lignes de largeur, sur lequel repose le bord du verre.

Cette virole a vingt-cinq ou vingt-six lignes de hauteur; elle porte en dehors & parallelement à son bord, un bout de tuyau *n*, un peu conique, & bien alaisé par-dedans, avec une ouverture, un peu plus longue que large, qui répond à une semblable, pratiquée à la virole: ce tuyau peut être soudé à l'étain; mais pour rendre la

jonction plus solide, il faut creuser sa place sur la virole avec une lime demi-ronde.

Dans ce tuyau il y en a un autre *o*, qui est fermé par les deux bouts, & qui est ajusté avec du sable & de l'eau comme la clef d'un robinet (*a*) : il a au milieu de sa longueur, une ouverture qui occupe environ le tiers de son pourtour, & d'une largeur proportionnée à celles du premier tuyau & de la virole, qui n'en font plus qu'une.

Sur le plus gros bout du tuyau *o*, est élevé à angle droit un petit robinet *p*, dont l'ajutage a un tiers de ligne d'ouverture ; il doit être placé de maniere qu'il puisse tourner de la situation verticale, à la situation horizontale, sans que l'ouverture faite au milieu du tuyau qui le porte, cesse de répondre à celle qui le fait communiquer avec l'eau du réservoir *M*. Il faut aussi avoir l'attention de diminuer les frottements le plus qu'on pourra, en tenant tous les endroits

(*a*) Voyez dans les *Avis* sur la dixieme Leçon, comment on ajuste les clefs des robinets.

par où l'eau doit passer beaucoup plus grands que l'orifice de l'ajutage; ainsi le tuyau *o*, doit avoir au moins huit à neuf lignes de diametre, & la clef du robinet *p*, doit être percée d'un trou diamétral trois ou quatre fois plus grand que l'orifice de l'ajutage.

La piece *M*, ainsi préparée, se pose debout sur une tablette qui tient à l'un des montants, & qui est soutenue par deux goussets; elle s'arrête par le moyen d'un écrou à oreilles, & d'une grosse vis qui est rivée & soudée au fond de la grande virole.

On voit par la description précédente, que le petit robinet *p*, & par conséquent le jet qui en doit sortir quand on ouvrira la clef, peut se diriger dans la ligne verticale *a f*, dans la ligne horizontale *a e*, & dans toutes les lignes obliques qu'on pourra imaginer entre l'une & l'autre : quand à la force de l'impulsion, elle dépend de la hauteur de l'eau dans le réservoir *M*; mais comme les frottements & les sinuosités de la machine y causent nécessairement une altéra-

tion, qu'on ne peut pas bien évaluer: il faudra la régler par des essais; ainsi ayant dirigé le jet, par exemple, dans la ligne *a e*, on observera à quelle hauteur il faut que l'eau soit dans le réservoir pour lui faire suivre la courbe 1 4 9 *E*, & l'on fera une marque sur le verre ou sur le montant; on en usera de même pour les autres lignes.

C'est dans les premiers instants du jet, qu'il en faut juger; car l'amplitude de la courbe diminuera dès que l'eau baissera dans le réservoir: à moins qu'on n'ait soin de lui fournir de nouvelle eau à mesure qu'il en perd, pour entretenir la surface à la même hauteur.

AVIS

Concernant la SEPTIEME LEÇON.

Premiere Expérience.

UNE balance ordinaire que l'on tient à la main, est suffisante pour cette expérience; mais comme il y a bien des cas, où l'on a besoin de

VII. LEÇON. I. Sect. *Pl. I. Fig.* 1.

peser, & d'agir en même-temps, on fera bien d'en avoir une qui soit construite & suspendue comme celle que je vais décrire.

AB, ou *ab*, *Pl. XII. Fig.* 3. est un fléau d'acier long de seize pouces, ayant au moins deux lignes d'épaisseur & quatre à cinq lignes de largeur aux endroits qui sont le plus étroits. Chacune des extrêmités est une fourchette *d*, d'un pouce & demi de longueur, traversée par un petit croissant d'acier trempé *e*, & formé en couteau un peu mousse; cette piece tiendra suffisamment, si elle est chassée à coulisse & un peu à force dans les joues de la fourchette; mais quand on l'y placera, il faut lui faire prendre l'anneau d'un crochet *f*, qui sert à suspendre le bassin: cet anneau doit être aussi d'acier trempé, applati & taillé en couteau intérieurement: on aura égard d'ailleurs pour la construction du fléau, à ce que j'ai dit touchant les balances, *Leçons de Physique*, *Tome III*, *page* 66. & *suiv.* On aura soin principalement, que les angles des deux croissants, qui sont les points de suspension;

tion, ſoient bien à égales diſtances de la partie angulaire du clou, ou axe, ſur laquelle tourne le fléau; & que ce dernier point, qui eſt le centre du mouvement, ſe trouve un peu au-deſſus de la ligne droite menée d'un point de ſuſpenſion à l'autre.

On fera la chappe du fléau avec deux lames de cuivre un peu fortes, & aſſemblées parallelement entr'elles, par deux traverſes *g g*, de quatre lignes de longueur; celle d'en-haut peut être fixe, mais celle d'en-bas doit ſe monter avec des vis ou des goupilles, pour donner la facilité d'écarter les deux lames de la chappe, quand on veut mettre le fléau en place, ou l'ôter.

L'axe du fléau *C*, ſera d'acier trempé: les deux parties qui traverſent les joues de la chappe ſeront taillées en couteaux; l'on aura ſoin que les trous ſoient aſſez grands pour que les balancements de ces couteaux puiſſent ſe faire librement; & afin que ces angles, qui ſont durs, ne creuſent point la partie inférieure du trou; (ce qui nuiroit à leur mouvement) on logera dans l'épaiſſeur du cuivre

un lardon d'acier trempé, échancré suivant la partie du trou sur laquelle repose l'angle du couteau.

On empêchera aussi que le fléau ne touche les faces intérieures de la chappe, en contenant les deux extrêmités de son axe par deux petits cocqs *h h*, attachés en dehors : & pour diminuer les frottements contre ces deux pieces, on coupera les extrêmités de l'axe obliquement, de maniere qu'il ne puisse toucher d'un côté ou de l'autre, que par le bout de la ligne *c c*, où aboutissent les deux faces du couteau.

La chappe sera portée par un anneau *K*, passé dans un bouton dont la queue entrera & tournera librement dans la traverse d'en-haut, étant retenue en-dessus par une rondelle en goutte de suif & une goupille.

Sous la traverse d'en-bas, il faut qu'il y ait un crochet ou un anneau où l'on puisse attacher un poids, pour tenir plus sûrement la chappe dans une situation verticale.

On pourra figurer selon son goût, les lames de cuivre qui composent la chappe, mais il faut pratiquer quel-

ques à-jour au milieu de leur largeur, pour juger par l'aiguille si le fléau est horizontal.

La balance sera suspendue commodément, si on lui fait un support comme celui qui est représenté par les lettres *L M N*; il est composé de deux pieces principales sçavoir 1°. d'un arc *L*, *terminé en volute par enhaut*, avec un crochet, & emmanché par en-bas dans une tige quarrée; 2°. d'un pied à patte *M N*, ou si l'on veut, monté sur trois consoles: le montant de ce pied est creusé conformément à la tige qui est quarrée, ce creux se fait aisément; & aussi juste que l'on veut, parce que le montant est de deux pieces, que l'on joint ensemble avec de la colle-forte, & que l'on serre par en-haut avec une virole de cuivre, & par en-bas en enfonçant le tenon, (qu'on laisse fort gros) dans le trou qui est au milieu de la patte.

La tige, comme l'on voit, s'enfonce plus ou moins dans le montant, & s'arrête par une vis de pression *M*; ce support peut avoir en tout quatre pieds de hauteur, sans compter

la tige quarrée qu'on peut tirer ; pour faire monter la balance.

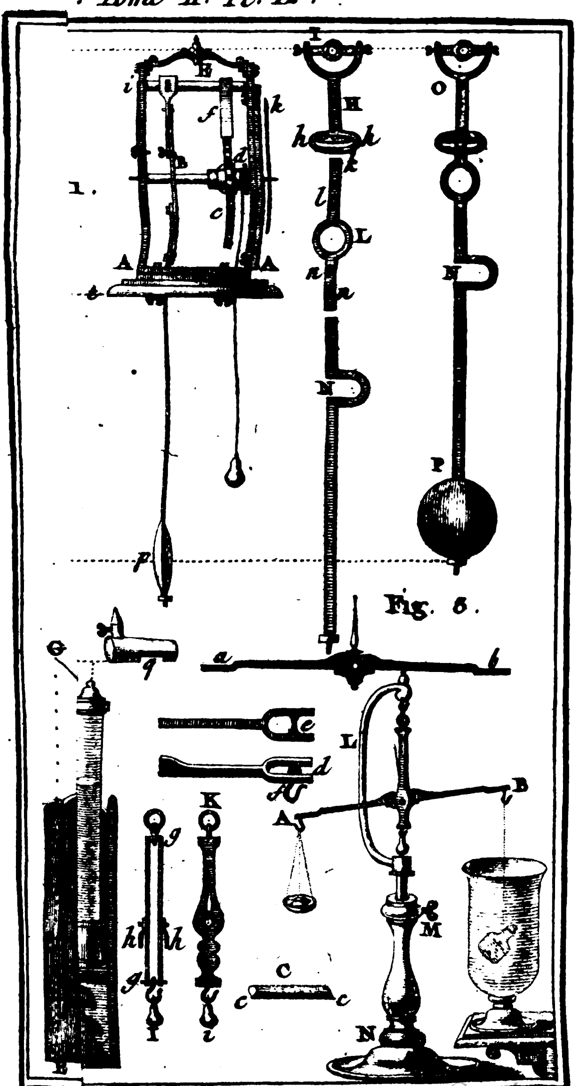
Seconde Expérience.

VII. LEÇON. I. Sect. Pl. I. Fig. 2.

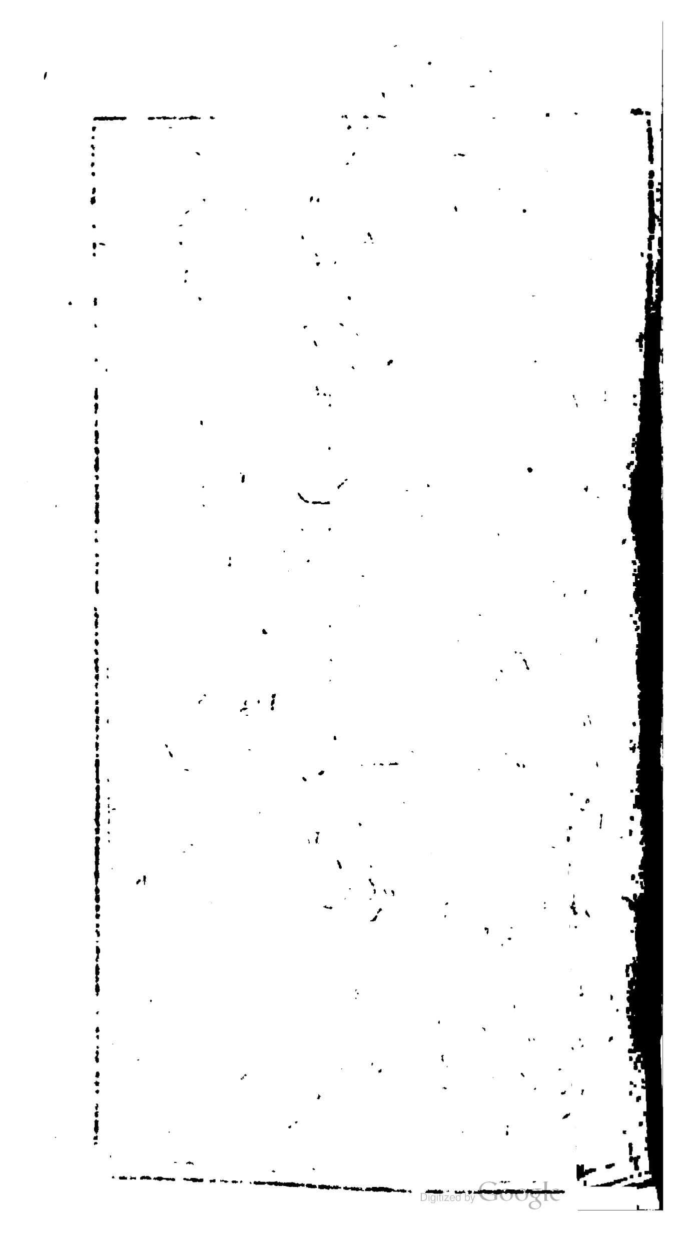
LE verre de la figure citée en marge peut avoir dix pouces de hauteur sur quatre pouces de diametre : il est à-peu-près cylindrique, ouvert de toute sa largeur par en-haut, il a par en-bas, un goulot qui a un pouce & demi de diametre ; si l'on n'a pas la commodité de le faire faire exprès, on pourra prendre un de ces bocaux ou lenternes que les Fayanciers montent sur des pieds de chandelier, pour tenir des bougies allumées sur la table, dans des endroits où il fait du vent.

La virole de cuivre *A*, *Pl. XIII. Fig.* 1. doit être bien cylindrique & bien adoucie par-dedans, elle peut avoir dix lignes de diametre; elle est ouverte de toute sa largeur par les deux bouts, & vers le milieu de sa longueur on a soudé en dehors un anneau plat *a*, qui s'applique sur le fond du grand vase, quand on la cimente dans le goulot.

Au-dessus de cet anneau, est une



E
i
k
f
B
d
1.
c
A
A
t
p
I
H
h
h
k
l
L
n
n
N
O
N
P
Fig. 6.
Q
q
a
b
e
d
L
B
A
K
g
h
h
g
I
i
M
C
c
c
N



partie ravalée à demi épaiſſeur, comme aux étuis à coulant, pour recevoir la virole *B*, qui eſt attachée avec du maſtic au tuyau de verre *C*. Ce tuyau doit avoir intérieurement, un diametre égal à celui de la virole *A*, & quand ils ſont joints l'un à l'autre, cet aſſemblage ne doit point s'élever *plus* haut que le bord du grand vaſe.

Au lieu d'un ſimple bouchon de liege, ſervez-vous d'un petit piſton *D*, que vous préparerez de la maniere qui ſuit. Choiſiſſez un fil de fer non pailleux, un peu plus gros qu'une aiguille à tricoter : à un pouce & demi près de l'une de ſes extrêmités, ſoudez une rondelle de cuivre *E*, dont le diametre ſoit d'une ligne plus petit, que celui de la virole *A*, pris intérieurement ; enfilez ſur la tige *f*, une molette de liege de ſept lignes de hauteur & un peu plus grande en diametre que la rondelle de cuivre ; ſur cette molette mettez une rondelle de peau de gant bien fine, qui excéde de quatre lignes tout autour : ajoutez encore un cylindre de liege pareil au précédent, avec une

autre rondelle de peau, & par-dessus le tout, une seconde rondelle de cuivre semblable à la premiere, percée & taraudée au centre, pour entrer à vis sur le bout de la tige, & serrer tout l'assemblage *G*; trempez toutes ces pieces dans l'huile d'olives, & ensuite poussez-les toutes ensemble dans la virole *A*, l'excédent des rondelles de peau se couchera sur les lieges, & vous aurez un piston qui s'ajustera mieux que tout autre, à la cavité de la virole dans laquelle il doit monter & descendre : si ce piston se trouvoit trop serré, vous le rendriez plus aisé, en diminuant un peu la grosseur des lieges avec une lime; comme aussi, s'il étoit trop lâche, vous le grossiriez en garnissant les lieges avec un fil de coton tourné deux ou trois fois autour, & sur lequel vous rabatteriez les peaux.

Le goulot du grand vase, garni de la virole *A*, traverse l'épaisseur d'une tablette *H I*, chantournée à-peu-près comme *h i*, ornée d'une moulure qui regne autour, & portée sur trois petits pieds de biche qui l'élevent de quatre à cinq pouces.

Sur la partie *I*, de la tablette, s'éleve un montant *K*, qui excede de quatre pouces la hauteur du grand vase; il est garni par en-haut de deux lames de cuivre, dont l'épaisseur est noyée dans le bois, & qui laissent entr'elles un intervalle de quatre lignes. Cette espece de fourchette est traversée par un clou d'épingle qui sert d'axe ou de point d'appui au levier *L M*.

Ce levier est terminé de part & d'autre par une portion de cercle dont le centre commun est au point d'appui dont je viens de parler, & sur l'épaisseur de ces arcs, on a creusé une gorge semblable à celle d'une poulie; le trou par où passe le clou d'épingle, & qui est le centre des arcs *L* & *M*, est fait dans un petit moyeu de cuivre, taillé à pans, chassé à force dans l'épaisseur du levier & qui désafleure un peu le bois de part & d'autre, pour diminuer les frottements.

Un gros fil de soie attaché en *m*, & terminé par une boucle, reçoit le bout du piston *D*, qui est formé en crochet; & en *l*, est fixé un autre fil

semblable, qui soutient un petit bassin de balance fort léger : quand le levier *L M*, est horizontal, il faut que le corps du piston se trouve dans la virole *A*, au niveau du fond du grand vase.

Quand on fera l'expérience dont il s'agit ici avec cette machine, on fera voir avec plus d'exactitude & de facilité, que le piston est toujours également chargé, soit qu'on emplisse seulement le tuyau *c b*, soit que ce tuyau étant ôté, on remplisse entiérement le grand vase ; car dans l'un & dans l'autre cas, si l'on tient l'eau à la même hauteur, il faudra le même poids dans le bassin de balance, pour empêcher la piston de tomber. Avec cette machine je ne fais point la quatrieme expérience ; elle se fait mieux avec l'appareil de la septieme que je décrirai bien-tôt.

Troisieme Expérience.

VII. LEÇON. I Sect. Pl. I, Fig. 5.

POUR faire cette expérience, il suffira d'avoir trois tuyaux de verre, dont un soit coudé en équerre par en-bas comme *A*, *Fig.* 2. un autre recourbé parallelement à lui-même,

comme *B*, & un troisieme tout droit, comme *C*; tous ces tuyaux seront suffisamment gros, s'ils ont trois à quatre lignes de diametre intérieurement; il suffira aussi qu'ils aient un pied de longueur.

A l'occasion de l'eau qui monte jusqu'à son niveau dans un tube ouvert qu'on y plonge, il est à propos de faire connoître comment on prépare les seaux d'une grande capacité, pour qu'ils se remplissent sans se coucher, ou sans s'incliner dans un puits trop étroit. C'est par le moyen d'une ou de plusieurs soupapes qu'on établit au fond de ces vaisseaux: on en peut faire un modele, de la maniere suivante.

Prenez un grand gobelet de crystal *N*, *Fig.* 3. qui ne soit pas trop évasé; coupez-en le fond, ou usez-le avec du grès & de l'eau, sur un plateau de fer ou de cuivre; substituez à ce fond, une plaque de métal *p p*, garnie d'une virole de grandeur convenable pour embrasser le gobelet par en-bas, & pour s'y joindre avec du mastic.

Faites au milieu de la plaque, un

trou à passer le bout du doigt : soudez-y une virole intérieurement conique, qui dépasse d'une ligne de chaque côté, c'est-à-dire, tant en dessus qu'en dessous. Ajustez dans cette virole, avec du sable & de l'eau, un cône tronqué de métal qui la bouche exactement : & afin qu'il soit moins pesant ; & *qu'il se souleve* plus aisément, faites-le creux comme les poids de marc.

Ajustez à ce cône tronqué, (plein ou évidé) un axe de fil de laiton, que vous ferez passer dans un pont, fait avec une petite lame de cuivre pliée par les deux bouts à angles droits, & rivée ou soudée à la plaque qui doit servir de fond au vase de verre ; afin que le cône tronqué venant à s'élever, ne puisse jamais sortir entiérement de sa virole : voilà ce qu'on nomme une *Soupape*. Quand on plongera le vase *N*, perpendiculairement, l'impulsion de l'eau qui fera effort pour y entrer, soulévera le bouchon conique, & passera par l'intervalle que ce soulévement fera naître entre lui & la virole ; & après son émersion, l'eau qui posera dessus le tiendra fermé.

Au lieu de retrancher entiérement le fond du vase de verre, on pourra se contenter d'y faire un trou, capable de recevoir la partie excédente par en-bas de la virole conique; alors on établira la soupape sur une petite plaque sans rebord, que l'on attachera avec du mastic dans le fond du *gobelet*.

Quand on voudra faire voir comment ce seau à soupape, s'emplit, il faudra le faire descendre dans un vase de verre qui soit un peu profond; la transparence du verre laissera voir ce qui s'y passe, & la grande profondeur fera que la soupape se lévera plus facilement.

Ces sortes de seaux tournent ordinairement dans une anse, qui les prend un peu au-dessus du centre de gravité, afin qu'étant accrochés par le bord, lorsqu'on les a fait monter à l'endroit où ils doivent se décharger, ils s'inclinent facilement, pour verser leur eau dans un bacquet, au bord duquel est une espece de crochet propre à produire cet effet.

Dans notre modele, la suspension se fait, par le moyen d'un cercle plat

de cuivre *o o*, qui entoure le verre presqu'aux deux tiers de sa hauteur, & auquel l'anse se joint par deux vis à tête, diamétralement opposées.

Tout vaisseau de verre qui sera un peu large sera bon pour cette expérience, en cas de besoin on se servira d'un récipient de machine pneumatique renversé : l'eau colorée s'apperçoit plus distinctement & de plus loin que l'eau claire ; celle qui est teinte avec l'orseille, a une propriété qui lui mérite la préférence, elle ne tient point au verre, ou elle s'en détache très-aisément.

Cinquième Expérience.

VII. LEÇON. I. Section. *Pl. II. Fig. 6.*

L'INSTRUMENT dont on se sert dans cette expérience, n'a pas besoin d'autre explication, que la figure citée en marge ; j'avertirai seulement, que ce siphon doit être fait avec un tube de verre qui n'ait pas moins que deux lignes & demie ou trois lignes de diametre, afin que ni l'une ni l'autre de ses branches, ne soit affectée de la propriété des espaces capillaires : on peut donner

huit à dix pouces de longueur aux branches du ſiphon.

Sixieme Expérience.

VII. Leçon I. Section. *Pl. II. Fig.* 7.

Si l'on n'a point de grand vaiſſeau, comme *GH*, fait exprès pour cette machine, on choiſira chez un Fayancier un verre de lanterne; il y en a qui reſſemblent par leur forme à celui qui eſt deſſiné dans la *Fig.* 4. on tâchera qu'il ait environ un pied de hauteur, huit à neuf pouces de diametre au plus gros, & qu'il ſoit bien retréci par en-bas. On le joindra avec du maſtic à un pied, comme *HK*, fait partie en ferblanc, partie en bois.

H, eſt une groſſe virole qui a le bord découpé en feſton, & dont le fond eſt un peu embouti; ce fond eſt percé d'un gros trou au milieu pour recevoir le bord d'une virole cylindrique *h*, qu'on y ſoude exactement; cette même virole ſe ſoude auſſi par en-bas, à une boule écraſée *I*, formée de deux calotes, bien jointes & bien ſoudées par leurs bords. La calote inférieure n'eſt point percée, elle eſt ſoudée ſur une virole *i*, qui a un bon

pouce de hauteur, dans laquelle entre la tige du pied de bois *K*; la hauteur *K H*, est d'environ neuf pouces.

Au milieu de la boule creuse *I*, est soudé le canal horizontal *L M*, qui est représenté plus en grand par *N O*, comme s'il étoit vû de haut en bas, & par *n o*, comme quand on le regarde de côté. Au bout *N* ou *M* de ce canal, est une bride, qui a un pouce & demi de longueur & un pouce seulement de largeur; elle reçoit un cube de cuivre *S*, qui porte en avant un bout de tuyau rond *r*, qui n'a que quatre lignes de longueur, sur six lignes de diametre, il est surmonté d'une virole dans laquelle s'attache un tuyau de verre avec du mastic; ce cube est percé suivant l'axe de la virole, & suivant le bout de tuyau *r*, de maniere que les deux trous se joignent au centre de la piece. Quand ce cube est entré dans la bride, il est poussé par la vis de pression *n*, & le bout de tuyau *r*, étant entré dans l'embouchure du canal, la face du cube presse entr'elle & lui, un anneau plat de cuir gras, qui rend la jonc-

tion plus exacte : au milieu du canal, est un robinet qui sert à ouvrir & à fermer la communication entre le grand vase *G H*, & le tuyau que porte la piece *s r*.

Pour exécuter avec cette machine ; l'expérience dont il s'agit ici, on se servira d'eau teinte avec l'orseille, qu'on aura laissé reposer, & tirée à clair. On placera d'abord le tuyau droit qui s'éleve parallelement à l'axe du grand vase, & l'on y fera monter l'eau en ouvrant le robinet, pour faire remarquer qu'elle se met de niveau à celle du réservoir. On fermera le robinet & l'on ôtera ce premier tuyau, pour mettre en sa place celui qui s'éleve obliquement, & l'on ouvrira le robinet pour y faire monter l'eau : enfin on ôtera celui-ci, pour faire la même chose avec le tuyau qui s'éleve en faisant plusieurs sinuosités.

Le canal *M L* ou *N O*, peut être fondu en cuivre tout d'une piece avec la bride ; mais alors il faudra que la vis *p*, ait trois ou quatre lignes de diametre, afin de faire passer par le trou de son écrou, l'outil

qui doit creuser la place du petit tuyau *r*. Car il faut que ce guide ait lui-même un trou de deux bonnes lignes de diametre, afin de continuer celui du canal; pour percer le canal bien droit, on fera tourner la piece contre le foret, comme je l'ai enseigné, premiere Partie *page* 152. & c'est par-là qu'il faudra commencer.

Septieme Expérience.

VII. LEÇON. I. Section. *Pl. III. Fig.* 10, 11, 12, 13, & 14.

AVEZ sous les yeux les figures citées en marge & suivez la description, & ce qui est prescrit dans la *Préparation* de cette expérience; je vais ajouter les éclaircissements qu'on pourroit désirer.

Pour les dimensions de la machine, il suffit de dire que la caisse *A B*, doublée de plomb laminé, a vingt pouces de longueur, dix pouces de largeur, & six pouces de profondeur; elle est ornée de moulures sur ses quatre côtés en-haut & en-bas; & son fond, vers un des bouts, est percé & garni d'une virole de cuivre, avec un bouchon de même métal, ajusté avec du sable, comme la clef d'un robinet,

Figure 10.

robinet, pour faire écouler l'eau après l'expérience.

Les deux montans *A C*, *B D*, ont seize pouces de hauteur ; ils ont par en-bas autant de largeur, que les petits côtés de la caisse, dans l'épaisseur desquels ils sont assembles, collés & chevillés : après un chantournement de cinq à six pouces de hauteur, le reste est droit, & réduit à quatre pouces de largeur. Les coulisses qui sont creusées sur les faces intérieures, ont quatre lignes de profondeur, & sont plus larges au fond, qu'aux bords, parce que les pieds de la piece *E F*, y entrent en queue d'aronde ; & afin que ces pieds puissent se hausser, se baisser, & s'arrêter, à telle hauteur qu'on voudra, avec les vis à oreilles *C*, *D*, dont ils portent les écrous, on a fait au milieu de la largeur de chacun des montants, une rainure à jour de huit pouces de hauteur, sur trois lignes de largeur.

Chaque pilier *E* ou *F*, a trois pouces & demi de hauteur ; au lieu de l'ouvrir en fourchette par le haut, on fera mieux d'y former une partie

platte, sur les deux faces de laquelle on attachera des lames de cuivre, avec une vis qui traversera le tout, & qui aura son écrou dans l'une des deux lames; & pour empêcher qu'elles ne tournent, on ménagera au bas de chacune d'elles, une pointe qui entrera dans le bois : ces deux piliers sont à huit pouces de distance l'un de l'autre.

On fera entrer à force dans chacun des deux leviers G, *H*, un petit moyeu de cuivre, pour recevoir l'axe sur lequel il doit tourner, & qui sera une petite vis à tête fendue, lisse dans toute sa longueur, excepté le bout, qui trouvera son écrou dans la derniere lame.

Figure 11. Le trépied est de fer verni ou peint à l'huile, pour éviter la rouille; il est composé d'un cercle plat de six lignes de largeur, & de trois pieds qui ont chacun deux pouces de hauteur, & par en-bas, une partie platte garnie d'un cuir & d'une vis qui traverse le fond de la caisse, & qui est serrée en dessous avec un écrou quarré dont l'épaisseur est noyée dans le bois. Au moyen d'un cuir interposé, l'eau ne

peut pas fuir par les trous : & les écrous noyés, n'empêchent point la caiſſe de poſer à plat.

Le cylindre creux eſt fondu en cuivre, il a quatre pouces de hauteur, & il eſt bien alaiſé d'un bout à l'autre par-dedans : il eſt tourné, ou limé par-dehors, avec une feuillure en bas, pour entrer juſte dans le cercle du trépied, où il eſt fixé par trois vis qui déſafleurent de quelques lignes par-dedans. Sur le haut de ce cylindre, ſont formés au tour cinq à ſix filets de vis, avec une portée bien droite au-deſſous, qui a ſix lignes de largeur, & qui eſt ornée d'une moulure ſur ſon épaiſſeur.

Immédiatement au-deſſus du trépied, au cylindre creux, eſt ſoudé un bout de tuyau, gros comme le doigt, tourné en vis par-deſſus, avec une portée, garnie d'un anneau de cuir, pour être bouché avec un couvercle à oreilles, comme on le voit en *K*; & le cylindre, à l'endroit où répond ce tuyau, eſt percé de pluſieurs trous, afin que l'eau puiſſe s'écouler par là, & que le piſton, n'y trouve rien qui gêne ſon mouvement.

Pour conſtruire le piſton (qui doit avoir environ trois pouces de diametre ſur vingt lignes de hauteur) on ſuivra le procédé que j'ai décrit à l'occaſion de la ſeconde expérience *page* 269, en obſervant 1°. de proportionner la groſſeur de la tige, & l'épaiſſeur des rondelles de cuivre, à la grandeur de la machine; 2°. d'employer au lieu de peau de gant, du cuir de veau mince & ſouple, & qui ait trempé pendant vingt-quatre heures dans un mêlange d'une partie de ſuif avec deux parties d'huile d'olives, ſimplement liquéfié; 3°. determiner la tige du piſton par une boucle, qui n'excéde que d'un pouce ou environ la rondelle ſupérieure du piſton.

Si l'on eſt à portée de faire faire des vaiſſeaux exprès pour cette machine, on les demandera en cryſtal; ou ſi on ne les peut avoir que de verre, on recommandera qu'ils ſoient d'une épaiſſeur proportionnée à leur grandeur.

La hauteur qui ſera la même pour tous, ne doit pas être moindre que de quatorze à quinze pouces, & tous

seront d'une figure cylindrique, hors celui de la *Fig.* 13.

Le vaisseau *N*, & celui de la *Fig.* 14. sont tout-à-fait semblables, ou c'est le même, si l'on veut, qui sert dans les deux cas. Il a trois pouces & demi de diametre par-tout, mais les deux bouts sur une longueur de huit à neuf lignes, sont rétrécis d'un demi pouce, pour recevoir leurs garnitures. *Figures 10 & 14.*

Celui de la *Fig.* 12, n'est qu'un simple tube, d'un pouce, ou d'un pouce & demi de diametre: & celui de la *Fig.* 13. doit avoir douze à treize pouces d'évasement, avec un gros filet au bord, pour lui donner de la force. *Figure 12.* *Figure 13.*

Si l'on n'est point à portée des Verreries, il faudra chercher chez les Fayanciers une de ces lanternes cylindriques que l'on monte sur des chandeliers, choisir la plus haute qu'on pourra trouver, couper le goulot & la partie voûtée, pour suppléer à la piece *N*; il faudra ensuite y assortir, tant pour la hauteur, que pour la largeur du bas, une de ces lanternes d'escalier, dont j'ai fait

mention à l'occasion de la sixième Expérience; avec ces deux pieces, & un bout de tube, on pourra se passer d'avoir recours aux Verreries.

Les viroles dont ces vaisseaux sont garnis par en-bas, & qui y sont attachées avec du mastic, sont coulées en cuivre, & tournées ensuite par-dedans & par-dehors; elles portent en dedans des filets de vis conformes à ceux du cylindre creux, & en dehors, un cercle plat, pour s'y joindre avec un anneau de cuir gras interposé. Comme le vaisseau de la *Fig.* 12. n'a pas la même largeur que les autres, on soudera à la virole à vis qui lui est destinée, un petit dôme de ferblanc ou de laiton, ouvert & garni par en-haut d'un colet qui se joigne au tube avec du mastic.

Les vaisseaux cylindriques sont garnis par en-haut de cuvettes rondes & peu profondes, qu'on peut faire en ferblanc, ou en laiton, pour recevoir l'eau qu'on souleve avec le piston.

Figure 14. La lanterne cubique de la *Fig.* 14. est faite avec des feuilles de ferblanc les plus fortes; la face de dessous por-

te un cercle plat qui entre dans le trépied de la caisse *A B*, & qui s'y arrête avec les trois mêmes vis, dont on se sert dans les autres cas, pour retenir le cylindre creux ; la face de dessus est ouverte d'un trou rond qui a trois pouces & demi de diametre, au bord duquel est soudée une virole tournée en vis par-dessus, pour recevoir celle du vaisseau cylindrique qui doit s'y joindre, avec un anneau de cuir gras interposé : des quatre autres faces il y en a une qui est ouverte comme celle de dessus, & qui porte une virole tournée en vis par-dedans, & garnie d'un bord plat, pour recevoir le cylindre creux avec son piston. La poulie *o*, est de cuivre, ainsi que la fourchette dans laquelle elle tourne : on doit la placer de maniere que la chaîne de laiton, qui l'embrasse par-dessous, étant accrochée d'une part au centre du piston, & de l'autre part à la tige de métal tirée par les leviers *G*, *H*, les deux bouts suivent des tangentes qui se joignent à angle droit au centre de la cage.

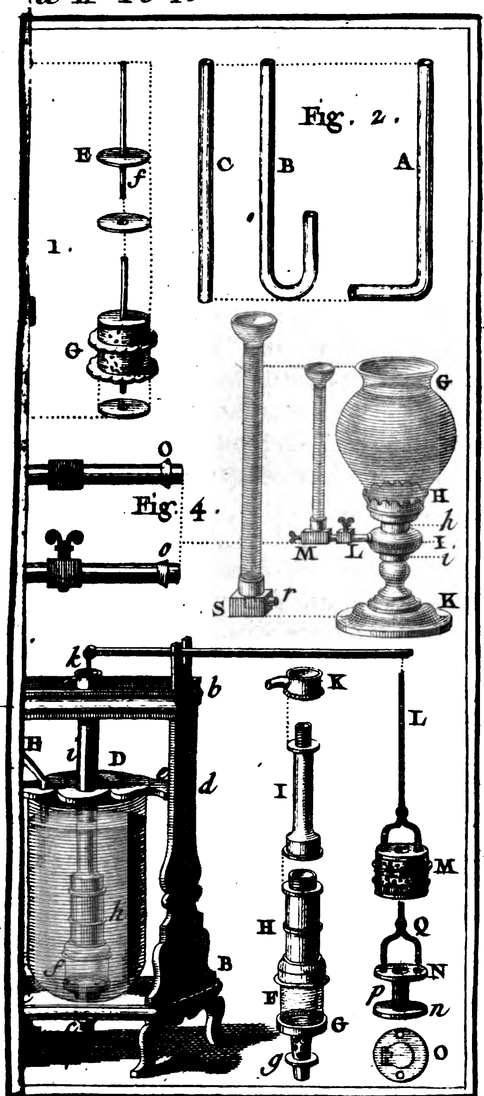
Les trois autres côtés de la lanter-

ne sont garnis de morceaux de glace un peu épaisse, de figure quarrée ou ronde, placés par-dedans & mastiqués dans des feuillures formées au marteau; & la piece ainsi préparée doit se placer sur le trépied, de façon que le cylindre dans lequel est le piston, se trouve tourné vers un des bouts de la caisse, & que le tuyau *d'écoulement* K, regarde l'un des grands côtés.

Vous commencerez l'expérience avec le vase cylindrique *N*; & vous chargerez les deux seaux ou bassins *L*, *M*, jusqu'à ce que les leviers *G*, *H*, placés horizontalement commencent à peine à enlever le piston. Vous continuerez avec celui de la *Fig.* 12. & ensuite avec celui de la *Fig.* 13, & vous la finirez par celui de la *Fig.* 14: si la saison est bien froide vous employerez de l'eau un peu dégourdie, afin que la graisse du piston soit assez fluide pour en faciliter le mouvement.

Pompes foulantes.

VII. LEÇON. II. Section. *Pl. IV. Fig.* 19. — Les pompes foulantes dont il est fait mention à la suite de la septieme expérience, & qui sont représentées par la


Fig. 2.
C
B
A
E
f
1.
G
O
Fig. 4.
o
G
H
h
I
i
M
L
S
r
K
k
b
E
i
D
d
K
L
I
M
h
H
Q
N
B
f
F
G
p
n
a
g
O

la *Fig.* 19 ne pouvant se trouver ni dans un cabinet, ni dans une école de Physique; il faut les montrer en modeles, & les construire de maniere qu'on puisse faire voir aisément les principales pieces qui les composent, & leurs différentes fonctions. On pourra les exécuter de la maniere suivante.

A a, *B b*, *Fig.* 5. est un bâtis qui peut avoir vingt-deux pouces de hauteur sur treize à quatorze pouces de largeur : il est composé de deux montants *A*, *B*, d'une tablette *C*, d'une traverse *D*, & d'un auge doublé de plomb laminé *a b*.

Les montants ont trois pouces & demi de largeur dans presque toute leur longueur, mais ils s'élargissent de deux pouces de chaque côté en joignant la tablette d'en-bas, & forment en-dessous un empatement de quatre pouces de haut sur sept pouces de largeur.

La tablette *C*, est assemblée à demeure : elle est percée au milieu pour recevoir le goulot d'un récipient de machine pneumatique, de neuf à dix pouces de hauteur, sur six ou sept

pouces de largeur ; afin que ce vaisſeau poſe mieux, on creuſera un peu la tablette, ou bien on collera deſſus, un cercle de bois tourné, & ajuſté à la figure du verre.

La traverſe *D*, eſt chantournée, elle a au milieu & aux extrêmités trois pouces & demi de large, comme les montants, & elle eſt percée de deux trous, l'un au milieu pour donner paſſage au tuyau montant de la pompe ; l'autre entre le milieu & l'un des montants, pour laiſſer paſſer un tuyau de décharge *E*, qui vient d'en-haut. La traverſe *D*, n'eſt point aſſemblée à demeure ; elle a deux tenons en queue d'aronde, qui deſcendent dans des taſſeaux attachés aux montanst, & elle eſt arrêtée par deux vis à têtes plates, comme *d*, qui ont leurs écrous *e e*, noyés dans les bouts de la tablette. Cette piece eſt appuyée ſur le bord du récipient pour le contenir, & ſi l'on veut faire mieux, on y creuſera deux portions de rainure circulaire d'une ligne de profondeur dans leſquelles on fera entrer bien librement, deux parties du bord de ce vaiſſeau.

Les deux petits côtés de l'auge *a b*, ont deux mortaises en-dessous, pour recevoir les tenons des montants, & cet assemblage est arrêté par deux goupilles, qui se mettent par dehors, & qui ont une tête, ou une boucle, afin qu'on puisse les ôter.

La pompe est composée de quatre parties principales ; 1°. d'une chambre formée avec du verre, pour faire voir comment l'eau entre & se met en prise sous le piston qui doit la refouler ; 2°. d'un corps de pompe consistant en un cylindre creux de cuivre & en un piston garni d'un clapet ; 3°. d'un tuyau montant, par lequel l'eau s'éleve & se décharge ; 4°. d'un lévier, auquel s'applique la force motrice qui doit faire agir la pompe.

Le verre de la chambre *F*, est cylindrique, & il est ouvert par les deux bouts, il n'a que deux pouces de hauteur, après quoi, il se retrécit un peu pour recevoir le corps de pompe, auquel il se joint avec du mastic ; il se joint de même à la piece G, qui l'embrasse par une virole de demi pouce de hauteur, & dont

le fond qui eſt percé, porte une autre virole de deux pouces de longueur; celle-ci va en diminuant de groſſeur afin quelle puiſſe entrer d'un demi pouce au moins dans le goulot, qui eſt au fond du récipient, & s'appuyer par un cercle plat ſoudé à cette diſtance: entre ce cercle g, & la partie qui reçoit le verre *F*, la virole eſt percée de pluſieurs trous par leſquels l'eau du récipient peut entrer aiſément, & promptement.

Le corps de la pompe *H*, qui eſt fondu en cuivre, alaiſé par dedans, & tourné par dehors, a dix-huit lignes de diametre, & quatre pouces de hauteur; par en-haut il eſt ravalé à demie épaiſſeur, ſur une longueur de trois lignes & l'on y a tourné des filets de vis. Il ſe joint par là à un tuyau *I*, de dix lignes de diametre, élargi par en-bas avec une virole tournée en vis par-dedans, & qui preſſe entre ſon bord & la partie qui eſt au-deſſous de la vis du corps de pompe, un anneau de cuir gras pour rendre la jonction bien exacte.

A ce même tuyau on a ſoudé en haut un anneau plat & au-deſſus, une

virole tournée en vis, qui traverse le fond de l'auge *a b*, & sur laquelle se monte le tuyau de décharge *k*; il faut encore que cette jonction soit aidée par des anneaux de cuir gras placés tant par-dessus que par-dessous, afin que l'eau qui entre dans l'auge n'en puisse point sortir par-là: on joindra de même le tuyau de décharge, qu'on voit en *E*.

Le piston *l m*, représenté plus en grand par *L M*, est composé de deux rondelles de cuivre *N*, *n*, jointes ensemble par un bout de tuyau *p*, qui a deux pouces de longueur sur six lignes de diametre. Ce tuyau est attaché à demeure ou par une rivure ou par une soudure à la rondelle d'en-haut, & par en-bas, il a deux ou trois filets de vis & une portée pour recevoir l'autre rondelle, qui par ce moyen peut s'ôter & se remettre quand on veut: de ces trois pieces ainsi assemblées il résulte une espece de bobine ouverte d'un bout à l'autre par un trou de trois ou quatre lignes de diametre. Ce trou est couvert par un clapet, attaché sur la rondelle d'en-haut comme on le voit

en O. Ce clapet n'eſt autre choſe qu'une petite plaque de métal garnie par-deſſous d'un morceau de cuir dont on laiſſe excéder une partie, par laquelle on l'attache avec deux clous rivés, & qui lui laiſſe la liberté de s'élever un peu & de s'abaiſſer ; il en faut un ſemblable ſur le fond de la piece G, qui eſt percé au centre comme je l'ai dit plus haut.

Sur la rondelle ſupérieure eſt rivée une fourchette Q, qui laiſſe le jeu libre au clapet, & qui eſt jointe à la tige du piſton, par une tête fendue comme celle d'un compas ; on remplit l'intervalle d'une rondelle à l'autre par deux petites molettes de liege recouvertes comme celles du piſton de la machine que j'ai décrite à la *page* 269 ; mais ceux-ci au lieu d'être recouverts avec de la peau imbibée d'huile, le ſont avec deux petits morceaux de drap de laine, qui conviennent mieux ici.

Sur un des bouts de l'auge *a b*, eſt élevée une fourchette qui ſert de point d'appui à un levier du premier genre, au bout duquel ſe joint le haut de la tige du piſton avec un mou-

vement de charniere, ſemblable à celui d'en-bas & dans le même ſens; l'autre bras du levier, deux ou trois fois plus long eſt celui par lequel on fait aller la pompe, dont voici l'effet: quand le piſton ſe leve, l'eau du grand vaſe pouſſée par ſon poids entre par les trous de la virole *g*, ſouleve le clapet qui eſt au fond de la piece *G*, & remplit la chambre *F*, preſſée enſuite par le piſton deſcendant, & ne pouvant refluer dans le grand vaſe à cauſe du clapet qui eſt en *G*, elle paſſe par la virole *p*, au-deſſus du piſton, où elle eſt retenue par le clapet qui eſt deſſus la platine ſupérieure: ce qui étant répété pluſieurs fois, fait que le corps de pompe & le tuyau montant deviennent pleins, & ſi l'on continue de faire aller le piſton, l'eau ſe décharge dans l'auge *a b*.

Quand on veut vuider l'eau de la pompe & du récipient, on ôte un bouchon de liege qui eſt en *c*, & qui doit toujours reſter en place, quand la machine eſt en expérience.

Avec la pompe que je viens de décrire, on ſouleve une colonne d'eau

qu'on fait paſſer ſur le piſton ; en voici une autre avec laquelle on pouſſe une colonne d'eau appuyée contre la baſe du piſton.

Cette pompe peut être montée dans un bâtis pareil à celui de la précedente : elle peut être auſſi conſtruite avec les mêmes pieces ; voici en quoi elle doit différer. Au lieu de laiſſer entrer l'eau par-deſſous le piſton pour la faire paſſer par-deſſus, on la laiſſe deſcendre par des trous pratiqués en *q*, c'eſt-à-dire, un peu au-deſſus de l'endroit où le corps de la pompe ſe joint au tuyau montant; on place le clapet ſous la rondelle inférieure du piſton, on tient la pompe bien fermée par en-bas, & l'on fait monter à côté, un tuyau *r s*, qui ſe joint à vis par en-bas à la virole, à laquelle la chambre de verre eſt maſtiquée.

Pour cet effet, on tient cette virole d'un pouce & demi de hauteur, on y ſoude en dehors un bout de tuyau de quatre lignes, fermé par un fond bien dreſſé, avec un trou de deux lignes & demie de diametre au milieu, & ſur ce trou, un petit

clapet qui ait ſon jeu libre ſans déborder; on ne peut gueres donner moins de ſept à huit lignes de diamètre à cette partie ſaillante ; il faut qu'elle ait en-deſſus trois ou quatre filets de vis avec une portée couverte d'un anneau de cuir gras, pour ſe joindre exactement au tuyau *r s*, dont le bout d'en-bas portera une vis intérieure, avec un coude aſſez long, pour ne pas gêner le clapet. Le levier par lequel on fera jouer la pompe ſera du ſecond genre, comme on le voit en *T*.

On voit que la pompe étant ainſi diſpoſée ; à meſure qu'on éleve le piſton, l'eau paſſe deſſous, en traverſant le tuyau qui joint les deux rondelles, & en faiſant baiſſer le clapet, juſqu'à ce que la chambre ſoit remplie ; on voit pareillement qu'en abaiſſant le piſton, l'eau qui ne peut pas remonter par où elle eſt deſcendue, à cauſe du clapet qui s'applique ſur le trou, eſt obligée de paſſer dans le tuyau montant *r s*, en ſoulevant le petit clapet qui eſt au bas, & qui l'empêche de rentrer dans la chambre, tandis qu'on remonte le piſton.

Comme les pieces qui composent ces machines sont souvent mouillées; il faut éviter d'y faire entrer du fer, il les faut faire en cuivre; il est aussi indispensable de couvrir les bois avec une peinture à l'huile, ou détrempée au vernis.

Premiere Expérience.

VII. LEÇON. II. Section Pl. V. Fig. 20.

CE vase de verre que l'on nomme communément *passe-vin*, ou *diabétes* a cinq à six pouces de hauteur; la partie d'en-haut *A*, *Pl. XIV. Fig.* 1. est assez semblable à la coupe d'un verre à boire de médiocre grandeur: elle communique avec une autre partie creuse *B*, d'une capacité à-peu-près égale à la sienne; elle y communique, dis-je, par un canal d'un demi pouce de longueur, & qui a deux bonnes lignes de diametre intérieurement. Ce vase est porté sur une patte avec un petit bout de tige.

Il faut choisir du vin rouge un peu fort en couleur, & en remplir la partie *B* & le canal de communication, jusqu'à la naissance de la coupe. Il y a de gros vins qui sont trop

pesants pour cette expérience, & que l'eau ne peut déplacer; il y en a d'autres aussi qui sont trop spiritueux & trop légers, & qui montant avec trop de vîtesse se divisent & se mêlent avec l'eau, avant d'arriver au haut du vase; les vins de Bourgogne réussissent le mieux.

J'ai changé l'ancienne forme du *passe-vin*; & je lui ai fait prendre celle d'une burette *C*, dont l'intérieur communique par le canal ordinaire avec une boule creuse *D*, qu'on remplit de vin jusqu'à l'endroit où commence la burette. Un Émailleur un peu adroit peut préparer cette piece à la lampe; mais pour l'avoir plus solide, je l'ai toujours fait faire à la Verrerie.

La burette se pose & s'attache avec de la cire molle sur le couvercle *f*, d'une petite boîte *E* ou *e*, qui lui sert de piedestal, & qui cache aux yeux des spectateurs la partie *D*, qui contient le vin, & lui laisse à deviner comment il vient du vin à la place de l'eau qu'on a mise dans la burette.

Pour faire passer le canal de com-

munication à travers le couvercle *f* de la boîte, on aura ſoin que cette partie ſoit faite avec un morceau de bois ſans nœud, & dont les fibres ſoient bien droites ; on fendra le morceau au milieu, & quand on aura fait entrer le verre dans un trou préparé pour cela au centre, on rejoindra les deux moitiés avec de la colle-forte.

Seconde Expérience.

VII. LEÇON. II. Sect. Pl. V. Fig. 21.

ON trouve aſſez ſouvent ces phioles toutes préparées chez les Émailleurs, ſous le nom des *quatre éléments :* ſi l'on ſe trouve dans la néceſſité de les préparer ſoi-même, il faut choiſir un bout de tube de verre gros comme le doigt, long de ſix pouces, le ſceller hermétiquement par un bout, au feu de lampe (*a*) & le rétrecir par l'autre bout, de maniere qu'il ſoit preſque capillaire : toute la longueur du tube étant diſtribüée en cinq parties égales par autant de marques que l'on fera deſſus, avec du fil lié autour ou autrement,

(*a*) Voyez comment on ſcelle des tubes de verre au feu de lampe. *Tome I. page* 108.

on y ſera d'abord couler du mercure pour remplir le premier eſpace, enſuite de l'huile de tartre pour remplir le ſecond, après cela de l'eſprit-de-vin coloré avec l'orſeil'e pour le troiſieme, & enfin de l'eſprit de térébenthine pour le quatrieme, le cinquieme reſtant ſeulement rempli d'air. *On ſcellera* enſuite le bout du tube, & on lui fera prendre la forme d'un petit anneau auquel on attachera un nœud de ruban ponr le ſuſpendre; ou bien on y ſoudera la tige & la patte d'un verre à boire, pour le poſer où l'on voudra.

Expérience relative à la deuxieme Propoſition.

QUOIQUE j'aie dit que cette propoſition n'a pas beſoin de preuve: cependant il m'eſt venu en penſée depuis, de la prouver par une expérience fort ſimple, qui diſpoſe les commençants à concevoir comment l'air qui peſe ſur tous les corps, ajoute à leur poids, & peut dans certaines circonſtances, déterminer les liqueurs à s'élever au-deſſus de leur

VII. LEÇON. II. Section.

niveau: voici ce qu'il faut préparer pour cela.

G H, Figure 2. eſt un vaſe cylindrique de verre de ſept à huit pouces de hauteur & d'environ deux pouces de diametre, monté ſur une patte, & fermé par en-haut avec un couvercle de laiton qui peut s'ôter; ce couvercle eſt percé au milieu avec une virole fendue de part & d'autre pour faire reſſort, & pour contenir un tube gros comme ceux des barométres & ouvert par les deux bouts. A côté de la virole eſt un autre trou par lequel on peut faire paſſer le bout d'un petit entonnoir.

On met d'abord de l'eau teinte en rouge ou du vin juſques en *G*; enſuite on place le couvercle avec le tube, qui n'atteint pas tout-à-fait juſqu'au fond du vaſe; & au moyen de l'entonnoir on fait couler de l'eſprit de térébenthine, dans l'eſpace qui entoure le tube.

Cela donne occaſion de remarquer, que la liqueur rouge preſſée par le poid de l'eſprit de térébenthine, s'éléve au-deſſus de ſon niveau dans le tube & monte vers *H*; d'où l'on

doit conclure ce qui est énoncé dans la deuxieme proposition, sçavoir que *plusieurs liqueurs ou plusieurs fluides, quoique de natures différentes, pesent les uns sur les autres en raison de leur densité & de leur hauteur:* ce qui sera bon à rappeller, lorsqu'on voudra faire entendre comment la pression de l'air fait monter l'eau dans les pompes aspirantes.

Troisieme Expérience.

VII. LEÇON. II. Sect. Pl. V. Fig. 22.

JE n'ai rien à ajouter à ce qui est dit dans la *préparation* de cette expérience, sinon que le siphon de la figure citée en marge, au lieu d'être suspendu avec un ruban, peut être monté sur un pied comme celui de la cinquieme expérience de la premiere section dont j'ai parlé ci-dessus p. 276. & qu'il peut lui servir de pendant: il faut aussi que la hauteur de sa planche soit divisée en quatorze parties égales, & numérotées à commencer par en-bas.

Quatrieme & cinquieme Expériences.

VII. LEÇON. II. Sect. Pl. V. Fig. 23 & 24.

ON fera plus complétement cette expérience, qui est celle de Tori-

celli, si, au lieu de fermer le tube hermétiquement par un bout, on se contente d'y former un orifice rebordé, & de le boucher avec un petit morceau de vessie mouillée & rabattu tout autour, que l'on liera fortement avec du fil; car quand on aura fait voir, que le mercure se tient à vingt-sept ou vingt-huit pouces au-dessus du niveau de son réservoir, on fera remarquer de plus, en piquant la vessie avec un épingle, que le mercure se précipite, dès que l'air peut entrer par en-haut; ce qui prouve évidemment que le mercure est soutenu à cette hauteur dans le tube, par la pression de l'air extérieur sur la surface du réservoir, tant qu'elle n'est point contrebalancée par une pression semblable.

Figure 24. CE tuyau doublement recourbé, avec lequel on fait la cinquieme expérience, est ce qu'on nomme la *chambre de Paschal*; cet instrument n'est pas trop bien représenté par la figure citée en marge; si vous sçavez travailler le verre à la lampe, vous le ferez vous-même en suivant ce que je

je vais prefcrire, finon vous le ferez exécuter par un Émailleur que vous conduirez.

Vous ferez choix de deux ou trois tubes de barometres affortis pour la groffeur, & qui n'aient pas plus de deux lignes de diametre intérieurement : vous prendrez un bout de tuyau *plus gros*, du même verre, & vous en formerez la chambre *A*, *Fig. 3.* de deux pouces de longueur fur fept à huit lignes de diametre, fe terminant de part & d'autre par un bout de tube de cinq à fix pouces de longueur & de la groffeur de ceux que vous employerez pour le refte. Vous fouderez l'un de ces bouts à un tube de vingt-fix pouces de longueur, & vous couderez cet affemblage comme *B C D* : vous chaufferez le coude, & en y appliquant une petite maffe de verre fondu, vous tirerez l'orifice *C*, que vous reborderez proprement.

Après cela, vous couderez la partie *d D*, comme *d E*; & vous fouderez en *E* un tube, qui faffe avec la partie *d E*, une longueur de trente-

un pouces, & que vous ſcellerez par en-haut.

L'inſtrument étant ainſi conſtruit, vous l'appliquerez & l'arrêterez ſur une planche taillée comme *b c e*, avec un creux dans lequel la moitié de la chambre puiſſe ſe loger ; le bout du tube *b*, doit dépaſſer le bois de deux ou trois pouces, pour être plongé commodément ; l'orifice *c*, doit être auſſi dégagé, afin qu'on puiſſe facilement le fermer avec un morceau de veſſie mouillée, comme je l'ai dit ci-deſſus pour le tube de Toricelli ; enfin cette planche aura par en-haut, un anneau pour la ſuſpendre.

Voici maintenant comme il faut s'y prendre pour remplir la chambre de Paſcal avec du mercure ; il faut en faire couler dans la cavité *a*, par l'orifice *c*, puis en tenant le doigt appliqué deſſus, on inclinera la planche, & on l'agîtera un peu dans le ſens de ſa longueur, pour faire couler le mercure dans la partie *c a e* ; & quand elle ſera pleine juſqu'à l'orifice *c*, on la bouchera comme je l'ai

dit avec un morceau de vessie mouillée ; cela étant fait on renversera l'instrument, pour achever de l'emplir par le bout du tube *b*.

Tout étant bien rempli, on tiendra le tube *b*, bouché avec le doigt, jusqu'à ce qu'il soit entiérement plongé dans un vase qui contienne du mercure ; & alors on le laissera libre, & l'on verra tomber tout le mercure qui est au-dessus de *g*, ainsi que la portion qui est comprise entre *c* & *f* ; celui qui est au-dessous de *f*, que je suppose à vingt-sept ou vingt-huit pouces au-dessus de la surface du réservoir, demeurera supendu.

Mais dès qu'on aura piqué la vessie avec une épingle, aussi-tôt le mercure s'élevera rapidement dans le tube *g e*, jusqu'à la hauteur de vingt-sept à vingt-huit pouces au-dessus de son niveau, & celui de la branche *f b*, tombera entiérement & avec la même précipitation dans le vase où elle est plongée.

Construction du Barometre simple.

VII. LEÇON. II. Section. Pl. V. Fig. 25.

CHOISISSEZ un tube qui ait trente-deux pouces de longueur, &

deux lignes de diametre intérieurement; qu'il ſoit d'un verre bien net, bien uni tant en dedans qu'en dehors, & qu'on n'y ait fait paſſer aucune liqueur; il faut même éviter de ſouffler dedans avec la bouche: des tubes que l'on deſtine à l'uſage dont il s'agit ici, devroient reſter bouchés par un bout & par l'autre, depuis qu'ils ſortent de la Verrerie, juſqu'au moment où l'on veut s'en ſervir.

Scellez le tube par un bout, & introduiſez par l'autre un fil de fer, gros comme une fine aiguille à tricoter, bien net, & aſſez long pour atteindre d'un bout à l'autre. Ayez dans un vaſe de verre, de bois, ou de terre non verniſſée, du mercure dépouillé de toute humidité & de toute ſaleté: il ſuffit ordinairement pour cela, de le faire paſſer pluſieurs fois au travers d'un linge fin, & blanc de leſſive, & de le faire légérement chauffer: s'il avoit touché du plomb ou de l'étain ou quelque autre matiere métallique capable de s'amalgammer avec lui, le ſeul moyen de l'en purger ſeroit de le diſtiller, en le mettant dans une cornue avec de

la limaille de fer ou d'acier, comme je l'ai enſeigné. *Tome I. pag.* 347.

Vous introduirez donc, ſoit avec un petit entonnoir, ſoit avec un chalumeau de verre, du mercure bien ſéché & bien pur dans le tube, autant qu'il en faudra pour remplir à-peu-près le quart de ſa longueur; puis ayant poſé ſur le bord d'une table un réchaud fort incliné, rempli de charbons bien allumés, & ne produiſant plus ni flamme ni fumée, vous en approcherez de fort près la partie du tube qui contient du mercure, en la faiſant tourner ſur le feu, en la faiſant aller & venir ſuivant ſa longueur, pour la chauffer également par-tout, & en l'agitant par-dedans avec le fil de fer pour aider les bulles d'air à ſe dégager : vous continuerez ainſi juſqu'à ce que le mercure ait bouilli pendant une minute ou deux; & vous l'ôterez du feu; ſi vous n'appercevez plus de bulles d'air, ſi le mercure touche bien le verre de toutes parts, ce qui doit lui donner le bruni d'une glace de miroir; alors vous le laiſſerez refroidir, juſqu'à ce qu'il ne ſoit plus que tiede, & qu'on

y puiſſe tenir la main ſans ſe brû-ler.

Cette premiere partie du tube étant remplie comme je viens de l'enſeigner, vous emplirez de même & avec les mêmes attentions, la deuxieme, la troiſieme & la derniere ; après quoi vous plongerez le tube dans un petit vaſe de verre qui doit contenir du mercure.

La figure de ce vaſe & ſa grandueur ne tirent point à conſéquence pour la bonté du barometre ; mais pour certaines raiſons que je vais dire, je me ſuis déterminé à lui donner une forme conique, un pouce & demi de diametre au plus large, avec un goulot rebordé, comme il eſt repréſenté en *A*, *Figure* 4. Quand le mercure qui eſt dans le tube du barometre monte ou deſcend, la ſurface de celui qui eſt dans le réſervoir, varie de hauteur ſuivant le rapport des capacités, de ſorte que ſi au lieu de plonger le tube dans un vaſe, on ne faiſoit que le recourber par en-bas, comme un ſiphon renverſé, quand le mercure du barometre baiſſeroit de quatre lignes par en-haut, il en fau-

droit compter huit, parce que montant de quatre lignes dans la branche recourbée d'en-bas, il rehausse d'autant le niveau d'où l'on part toujours, pour mesurer la hauteur actuelle du barometre.

Le mercure qui rentre dans le réservoir quand il baisse dans le tube, ne produiroit que le quart de cet effet si le diametre de ce réservoir étoit seulement le double de celui du tube ; parce que cela diminue en raison du quarré des diamétres ; d'où l'on doit conclure que la surface du réservoir ayant un diametre de dix-huit lignes, tandis que celui du tube n'est que de deux lignes, ce qui donne le rapport de 9 à 1, il faudroit que le barometre baissât de près de deux pouces & demi pour faire monter le mercure d'un $\frac{1}{3}$ de ligne dans le réservoir.

C'est donc pour dispenser l'observateur dans les cas ordinaires, d'avoir égard à cet effet, que je donne dix-huit lignes de diametre au réservoir *A*, mais en même-temps je diminue le reste de sa capacité par la figure conique, pour épargner du

mercure qui seroit employé en pure perte.

Pour attacher ce culot au tube, je commence par coller & lier avec du fil autour du goulot un petit fourreau de peau fine *B*, qui le deborde de sept à huit lignes, & je lie de même cette partie excédente autour du tube, quand il est plongé.

Pour plonger commodément le tube, vous enfoncerez la pointe du culot dans du sablon dont vous aurez rempli une tasse à caffé ou quelque vase équivalent, & qui ne soit point de métal. Vous le remplirez de mercure, tellement qu'il y en ait aussi dans la partie du fourreau qui excede le goulot; alors vous examinerez si votre tube est parfaitement plein, & s'il ne l'étoit pas, vous y ajouterez quelques gouttes de mercure; vous l'inclinerez comme *C D*, & en faisant un peu plier la peau, vous aurez soin que le mercure qu'elle contient, s'unisse avec celui du tube, sans qu'il entre aucune bulle d'air dans celui-ci. Alors élevez doucement votre tube en l'enfonçant dans le culot, en le tenant toujours exactement

tement plongé jusqu'au fond, avec la main droite, prenez le culot avec la gauche, & inclinez-le à plusieurs reprises pour ôter du mercure, jusqu'à ce qu'en redressant le tout, vous voyiez que sa surface est à la hauteur *E*.

Cela étant ainsi réglé, placez la pointe du culot dans le sable, faites tenir le tube par quelqu'un, dans une situation verticale, & liez le fourreau autour du tube avec un fil ciré. Votre barometre sera alors comme *E F*, & vous n'aurez plus qu'à l'attacher sur sa planche avec du fil de laiton, & piquer le fourreau avec une épingle ou avec la pointe des ciseaux, pour donner un accès plus libre à l'air extérieur.

La planche peut être dans un cadre doré ou verni, & orné comme on voudra; mais il faut y creuser la place du culot, & marquer la ligne de niveau à l'endroit où l'on apperçoit la surface du mercure, quand le barometre est d'aplomb. A compter de cette ligne, on divisera la planche en vingt-neuf pouces, dont les trois derniers seront subdivisés en

lignes. A côté de cette derniere partie de la division, on tendra un fil de laiton sur lequel sera enfilé une petite main d'émail, ou un autre index, avec lequel l'observateur pourra suivre les variations du barometre.

On peut orner le haut de la planche d'un cartouche dans lequel on écrira *Barometre simple & lumineux*, parce qu'en effet c'est de tous les instruments de cette espece, celui qui a le mieux conservé sa simplicité primitive; & parce que si l'on fait balancer le mercure dans un lieu privé de lumiere, on en verra un trait assez brillant, dans la partie du tube qui est vuide.

Je voudrois qu'on s'abstint de mettre à côté des trois derniers pouces de l'échelle, *temps variable; beau-temps, pluie ou vent*, &c. car comme la hauteur moyenne du barometre n'est pas la même par-tout, & que souvent le temps commence à être beau ou vilain, lorsque le mercure ne fait que commencer à monter ou à descendre, & avant qu'il soit parvenu à l'endroit de la planche où

cela est marqué ; il s'en suit que bien des gens accusent le barometre d'infidélité, tandis qu'il est fort innocent. On ne se trompera presque jamais, si n'ayant aucun égard, à toutes ces inscriptions, on conclut qu'on aura bien-tôt du vent ou de la pluie, en voyant le mercure descendre d'une quantité *notable* en peu de temps, fût-il encore vis-à-vis l'endroit où l'on à marqué *beau temps* ; & de même, que le temps va devenir plus calme & plus beau, le mercure fût-il encore très-bas, s'il commence à remonter de suite & avec une certaine promptitude.

Barometre à Cadran.

UNE des principales raisons qui avoient fait imaginer des barometres plus composés que celui que je viens de décrire, c'est le peu d'étendue de sa marche, qui se renferme ici dans un intervalle de deux pouces & demi, & qui est encore plus courte dans les climats qui approchent davantage de l'équateur. Mais avec un barometre simple, on rend les mouvements du mercure beaucoup plus sen-

ſibles par un moyen que je vais expliquer.

A B, *Figure* 5. eſt un barometre ſimple, en ſiphon : les deux parties *A* & *B*, ſont groſſes comme le doigt, & ont chacune quatre pouces de longueur ; elles ſont bien cylindriques, & de même diametre intérieurement : dans tout le reſte, le tuyau n'eſt pas plus gros, que dans les barometres ordinaires, afin d'employer moins de mercure. *c*, eſt une petite poulie d'yvoire très-mobile, dont l'axe porte une aiguille bien légere & bien en équilibre avec elle-même ; la gorge de la poulie eſt quarrée dans le fond ; un fil de ſoie qui fait deux tours deſſus, porte par un bout un poids de fer qui ſurnage le mercure en *B*, & par l'autre bout un petit contre-poids *d*, qui empêche le fil de gliſſer ſur la poulie.

On voit par cette deſcription & par la figure, que quand le mercure de la partie *A* deſcend, celui qui eſt en *B* monte d'autant, ſouleve le poid flottant dont il eſt chargé, & donne lieu au contre-poids *d*, de faire tourner la poulie avec ſon axe, &

l'aiguille dont il eſt chargé ; & que quand le mouvement du mercure ſe fait dans le ſens contraire, celui de l'aiguille ſe fait en conſéquence, par l'action du poids, qui ſuit l'abaiſſement du mercure. On voit pareillement comment on peut de plus en plus rendre ces mouvements ſenſibles, ſoit en faiſant la poulie plus petite, ſoit en donnant plus de grandeur au cadran & à l'aiguille. Mais de ces deux moyens, le premier a des bornes qu'il ne faut point paſſer, qu'il ne faut pas même atteindre.

L'aiguille ne doit point faire plus que le tour du cadran ; c'eſt aſſez même qu'elle en parcoure les deux tiers : ſi du plus bas au plus haut le poids qui eſt en *B*, peut faire un mouvement de quinze lignes, ce qui ſuppoſe une variation de deux pouces & demi dans la hauteur du barometre, il faut donc faire la circonférence de la poulie égale aux $\frac{2}{3}$ de cette étendue, c'eſt-à-dire, de dix lignes.

Pour faire la diviſion du cadran on mettra zéro tout en-bas, & l'on prendra de chaque côté un tiers de

la circonférence, que l'on divisera en quinze parties égales numérotées de cinq en cinq; dans le tiers qui restera vuide en-haut on poura écrire en titre, *Barometre*.

Ce barometre avec sa poulie & son poids, se place & s'attache derriere une planche chantournée & enjolivée de sculpture, de dorure, ou de vernis, à volonté, avec les précautions nécessaires pour empêcher qu'il ne soit cassé; c'est-à-dire, par exemple, dans une coulisse assez profonde, pour le recevoir, & par-dessus, une planchette qui entre à feuillure & qui s'arrête avec des *tourniquets*. Le cadran est par-devant, à telle hauteur qu'on voudra le mettre; & l'axe de la poulie prolongé à travers l'épaisseur de la planche, reçoit l'aiguille, qui est montée sur un petit canon de cuivre, afin qu'on puisse la mettre sur tel point du cadran qu'on voudra.

On peut couvrir le cadran d'un verre plan encadré dans une moulure circulaire, & qui ne gêne point l'aiguille. M. Gallonde qui exécute ces sortes d'instruments avec la plus

grande perfection & beaucoup de goût, a imaginé de percer ce verre au centre, & d'y mettre un index tournant, qui est en-dessous, & qu'on fait mouvoir par un bouton qui sort en-dehors, pour suivre les mouvements de l'aiguille, ce qui est on ne peut pas plus commode.

Barometre portatif.

DEUX raisons peuvent faire désirer que le barometre soit portatif; 1°. un Physicien qui voyage, & qui n'a point le temps ou la commodité de mesurer des hauteurs géométriquement, peut les connoître à-peu-près par le moyen du barometre, & il n'est pas sûr d'en trouver par-tout où il ira. 2°. Un sçavant ou un curieux qui n'est point à portée des grandes Villes, qui manque de barometre, qui n'a point de quoi en faire, ou qui ne sçait pas le construire, n'a d'autre ressource que d'en faire venir des lieux éloignés, ou d'attendre qu'il passe quelques-uns de ces Emailleurs, qui courent le pays, & par qui très-souvent l'on est assez mal servi.

J'ai fait plusieurs grands voyages dans ma vie qui m'ont mis dans le cas de chercher les moyens d'avoir avec moi un bon barometre, toujours prêt à être mis en expérience ; je n'ai rien trouvé de mieux, que d'avoir deux ou trois tubes bien remplis au feu, comme je l'ai enseigné ci-dessus, fermés chacun avec une boulette de cire, & par-dessus un morceau de vessie mouillée & liée au tube avec du fil ciré ; pour porter ces tubes j'avois fait creuser dans l'épaisseur d'une planche, des rainures que j'avois garnies de flanelle, & dans lesquelles ils étoient logés bien juste. Cette espece d'étui avoit un couvercle à charnieres qui étoit fait d'une autre planche moins épaisse, garnie aussi par-dedans avec de la flanelle, & qui se fermoit avec deux crochets ; & pour plus grande sûreté, je le mettois debout dans ma chaise, ayant soin de tenir en-haut, le côté ou répondoient les bouts des tubes que j'avois fermés avec de la cire & de la vessie. J'avois avec cela dans le même étui, une regle de bois mince & divisée très-exactement par pou-

ces & par lignes ; & j'étois encore muni d'un flacon de cryſtal plein de mercure, lequel étoit renfermé dans un barillet de buis tourné, & dont le couvercle ſe fermoit à vis, en preſſant un peu le bouchon du flacon ; de maniere qu'il ne pouvoit point s'ouvrir quoiqu'il fût ébranlé par les mouvements d'une voiture.

Avec cet appareil j'avois ſur-le-champ un barometre dont j'étois ſûr : il ne s'agiſſoit que de verſer du mercure dans le barillet de buis, d'y plonger un de mes tubes, & de meſurer avec ma regle de bois, la hauteur de la colonne de mercure, à compter de la ſurface du réſervoir.

En renfermant de même dans une petite couliſſe de bois un tube, bien rempli & bien fermé, qu'on mettra dans une caiſſe avec le cadre & ſa planche toute graduée, un culot tout préparé & du mercure pour l'emplir, on pourra envoyer un barometre auſſi loin qu'on voudra ; il ne s'agira plus lorſqu'il ſera rendu à ſa deſtination, que de plonger le tube dans le culot, en ſuivant l'inſ-

truction que j'ai donnée ci-dessus, & de l'attacher sur sa planche : il y a bien peu de personnes qui ne soient capables d'une telle opération.

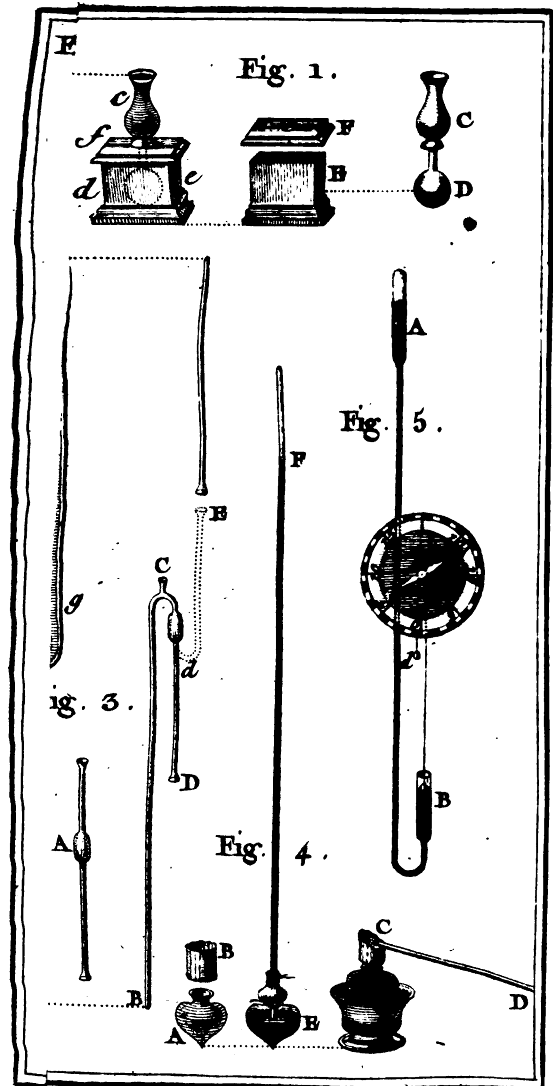
Au reste, si quelqu'un vouloit absolument se procurer un barometre tout fait & portatif, il poura s'adresser à M. Gallonde que j'ai cité ci-dessus ; j'en ai vû chez lui qu'on laissoit tomber de toute leur hauteur & qui n'en étoient ni cassés, ni dérangés.

Sixieme & septieme Expériences.

N. Pl. Fig.

CES expériences sont si simples & si faciles à faire, qu'il seroit superflu de nous y arrêter. Mais pour achever de prouver que l'aspiration n'est qu'une cause occasionnelle, & que la cause efficiente de l'ascension des liqueurs dans les tuyaux où l'on fait le vuide, est la pression de l'air extérieur, ajoutez l'expérience suivante.

Prenez une bouteille ou un flacon quelconque, rempli d'eau colorée, mettez-y un bouchon de liege, qui ait un trou au milieu par lequel vous ferez passer un peu à force, un tube


Fig. 1.
c
f
d
e
F
B
C
D
Fig. 5.
A
B
g
E
C
d
D
ig. 3.
A
B
F
Fig. 4.
B
A
E
C
D

de verre ouvert par les deux bouts, & de la grosseur de ceux dont on fait les barometres; attendez que le bouchon soit bien sec aux endroits où il joint le verre, tant du tube que du flacon, & couvrez ces jonctions avec de la cire molle, de maniere que l'air extérieur ne puisse point y passer: s'il n'est point resté d'air sous le bouchon, vous aurez beau sucer par le tube, la liqueur n'y montera pas; mais faites un trou au travers du bouchon avec une épingle ou avec une autre pointe, & aussi-tôt vous ferez voir qu'en suçant le tube, on fait monter l'eau du flacon.

Huitieme Expérience.

VII. LEÇON. II. Section. *Pl. VII. Fig.* 29.

LA pompe aspirante dont il est parlé dans la préparation de cette expérience, est de cuivre; elle a quatre à cinq pouces de longueur, sur neuf à dix lignes de diametre intérieurement; elle est fermée par en-haut avec un couvercle à vis, percé au milieu pour donner passage à la tige du piston, & par en-bas elle a un fond rapporté à soudure forte avec un petit trou au centre; ce fond

porte en-dessous un bout de vis qui a environ quatre lignes de diametre, pour se joindre à un récipient ouvert par en-haut & garni d'une virole & d'un fond, dans lequel est taraudé l'écrou de cette vis. Elle est encore creusée suivant sa longueur, pour recevoir un tube de verre qui s'y attache avec de la cire molle, ou avec du mastic. Le piston est fait avec des rondelles de liege recouvertes de peau fine & imbibées d'huile, comme celui que j'ai décrit *page 269*. Il est nécessaire pour cette expérience, que le piston de la petite pompe soit exact, & que l'air du récipient soit bien raréfié : ne tirez point le mercure jusque dans la pompe ; il y deviendroit gras, & gâteroit d'autre mercure avec lequel on le mêleroit.

Vous pourrez faire avec cette petite seringue séparée du tube de verre, une autre expérience pour prouver, que la difficulté qu'on éprouve à élever le piston, quand le récipient est vuide comme dans le cas précédent, vient du poids de l'air extérieur qui pese dessus ; bouchez le

bout de la ſeringue avec un couvercle à vis, qui preſſe un anneau de cuir gras, & qui ait une boucle par laquelle on puiſſe ſuſpendre le tout. Attachez à l'anneau du piſton un poids de ſix à ſept livres; tant que cela ſe fera dans le plein air, le piſton ne tombera pas; mais ſi vous ſuſpendez la ſeringue ainſi chargée, dans un récipient, & que vous y faſſiez le vuide, vous verrez le poids faire deſcendre le piſton.

Pompes aſpirantes & foulantes.

LA *Fig.* 1. *Pl. XV.* repréſente le modele d'une pompe aſpirante & foulante à double équipage, on a fait avec du verre les parties où ſont les clapets & les ſoupapes, afin qu'on en pût voir le jeu.

VII. LEÇON. II. Section. *Pl. V. Fig.* 28.

A a, eſt une caiſſe doublée de plomb laminé, qui a ſeize pouces & demi de longueur, ſix pouces de largeur & cinq de hauteur, le fond eſt percé & garni d'une virole & d'un bouchon ajuſté comme une clef de robinet, pour vuider l'eau après l'expérience.

Sur les petits côtés de cette caiſſe

ſont aſſemblés deux montants inclinés l'un vers l'autre, & qui portent à ſix pouces au-deſſus des bords de la caiſſe, une tablette d'un pied de longueur, ſur quatre pouces de largeur aux extrêmités, mais de deux pouces plus large dans le milieu, comme on le peut voir par *b b*, qui en eſt le plan.

Sur les extrêmités de cette tablette s'élevent d'aplomb deux autres montants de huit pouces de hauteur, dont les tenons entrent à demi-bois dans l'épaiſſeur d'une tablette chantournée *C C*, qui n'a que trois pouces & demi de largeur à ſes extrêmités, mais qui en a quatre & demi au milieu: toutes les autres pieces ſont aſſemblées à demeure, celle-ci ſe démonte, & s'arrête par le moyen de deux vis à têtes plates, dont les écrous ſont noyés dans l'épaiſſeur des montants.

Au milieu de cette derniere tablette, eſt une petite tour quarrée *D*, qui a deux pouces & demi de face, & ſix pouces de hauteur: elle porte un baſſin de métal *E*, qui eſt rond & qui a environ ſept pouces de diame-

tre; c'est dans ce vase qu'un tuyau de décharge recourbé *F*, jette l'eau qu'on éleve avec les pompes, & qu'un autre tuyau *G g*, partant du fond rapporte à mesure, dans la caisse, en traversant toute la longueur de la tour & les deux tablettes.

Les corps de pompe sont faits comme ceux des pompes foulantes que j'ai décrits *pag.* 268, *& suiv.* à l'exception de ce que je vais ajouter. La virole d'en-bas *I*, a au moins un pouce de hauteur; le fond, qui est un peu épais, est percé & garni d'une soupape, dont la coupe diamétrale est représentée en *K*, un peu plus en grand; au dessous est soudée une virole *k*, taillée en vis par-dessus, avec une traverse diamétrale, percée au milieu, pour laisser passer la queue du cône tronqué de la soupape. Sur cette virole, se monte à vis le tuyau d'aspiration *L*, avec un anneau de cuir interposé, pour empêcher l'air de pénétrer par cette jonction.

Les deux viroles *I*, *I*, sont percées & portent chacune un tuyau qui va joindre une piece semblable *M*, dans laquelle il s'avance d'environ

deux lignes, & le bout eſt fermé d'un fond limé plat, percé au milieu, d'un trou qui a deux lignes de diametre, & qui eſt recouvert d'un clapet : les trois pieces *I*, *I*, *M*, jointes enſemble par les deux tuyaux dont je viens de parler, doivent former un triangle, comme on le voit ſur le plan *b b*, de la premiere tablette.

Dans la piece *M*, eſt maſtiqué un verre ſemblable à ceux des corps de pompes, mais dont le goulot beaucoup plus petit eſt garni en dehors d'une virole qui porte quatre ou cinq pas de vis, pour recevoir le tuyau montant *ff*. On interpoſera des anneaux de cuir, plus ou moins, juſqu'à ce que le bout recourbé de ce tuyau réponde à l'intérieur du vaſe *E*, quand il ſera bien joint par enbas. Il faut ménager ſous la piece *M*, un petit bout de tuyau *m*, un peu évaſé, qu'on tiendra fermé avec un bouchon de liege ou de métal, & qu'on ôtera quand on voudra vuider l'eau.

Les piſtons ſont faits comme ceux des pompes foulantes, mais ſans trous & ſans clapets ni ſoupapes. Leurs tiges *P*, doivent avoir un mouvement

mouvement de charniere en-bas & en-haut pour ſe prêter à l'action du levier qui devient oblique : enfin les corps de pompes n'ont point de vis par en-haut ; ils ſont ſeulement ravalés à demi épaiſſeur ſur une longueur de ſix à ſept lignes, & préſentent une portée au-deſſous.

La tablette *B B*, eſt percée en trois endroits, comme on le peut voir par le plan *b b*, pour laiſſer paſſer les deux tuyaux d'aſpiration *l*, *l*, & le tuyau d'évacuation, qui eſt au fond de la piece *M* ; la tablette *C C*, étant ôtée, on met en place les deux corps de pompes, la chambre *M*, & le tuyau montant tout aſſemblés ; on remet la tablette *C C*, dans laquelle il y a deux trous à jour pour recevoir les deux parties ravalées des corps de pompes ; & les montans *B*, *B*, qui la portent, doivent être de la hauteur qui convient pour la laiſſer deſcendre juſtement, ſur les portées qu'on a réſervées au-deſſous des parties ravalées. La tablette étant fixée avec les deux vis, les pompes ſe trouvent arrêtées ſolidement.

La tour quarrée eſt ouverte par deux rainures à jour ſur les côtés qui regardent les pompes, pour donner lieu au mouvement d'un levier *NO*, qui a pour axe une broche de fer qui paſſe en *D*, & qui traverſe l'épaiſſeur de la tour. Le vaſe de métal *E*, a le fond plat, & il eſt percé à un pouce de ſon centre, pour recevoir le bout du tuyau *G*, qui y eſt ſoudé: ce tuyau paſſe dans la tour à côté du levier, traverſe les deux tablettes, & vient aboutir à quatre pouces au-deſſus du fond de la caiſſe *A a*. Si le vaſe *E*, ne tient point ſuffiſamment par ce tuyau, on peut l'attacher ſur la tour avec une vis en bois, dont la tête ſoit large, plate, & garnie en-deſſous d'une rondelle de cuir.

Pour pouvoir démonter commodément les piſtons, il faut que les axes ſur leſquels on fera tourner le bout de leurs tiges en *n* & en *o*, ſoient des vis qui ayent leurs écrous dans l'une des joues de la charniere. Si le tuyau *F*, en montant d'aplomb, ſe trouvoit gêné par le vaſe *E*, on poura lui donner une courbure en arriere vers cet endroit-là, on lui fera faire la croſſe.

Cette double pompe étant ainsi préparée, si l'on en veut faire l'épreuve, on commencera par mettre de l'eau dans la caisse, & l'on en versera un peu aussi sur les pistons. Ensuite en faisant mouvoir le levier, on verra 1°. que celui des pistons qui s'éleve donne lieu au poids de l'atmosphere, de pousser sous lui un volume d'eau qui ne peut plus descendre à cause de la soupape qui est au fond de la piece *I*; 2°. que ce même piston appuyant sur cette eau quand on le fait baisser, l'oblige de passer dans la chambre *M*, d'où elle ne peut plus revenir, à cause du clapet qui est au bout du tuyau par lequel elle est entrée; cet effet se multipliant par l'action des deux pompes, la chambre & le tuyau montant reçoivent continuellement de nouvelle eau, qui se décharge dans le vase *E*, d'où on la laisse retomber par le tuyau *G g*.

La pompe des Prêtres.

On a donné ce nom à une nouvelle espece de pompe inventée, vers l'année 1730, par un Curé du

Diocèse de Laon, (a) qui s'associa avec un autre Ecclésiastique de ses amis pour la faire valoir. Elle est fort simple & de peu de dépense dans sa construction; elle peut être fort utile dans les cas où il ne faudra par élever l'eau à une grande hauteur; elle mérite qu'on la fasse connoître par un modéle. Celui que je vais décrire, n'est point fait pour être exécuté en grand, mais seulement pour donner une idée de la machine.

A, *B*, *Fig*. 2. sont deux récipients de machine pneumatique, qui ont chacun quatre pouces de diametre & autant de hauteur avec un goulot ouvert par en-haut; *il* faut les choi-

(a) Ce Curé se nommoit M. Denisart, son associé étoit M. de la Deuille: ils firent présenter leur machine hydraulique à l'Académie Royale des Sciences en 1731, par un particulier qui prit le nom de Jean-Baptiste le Brun; ils y ont fait ensuite plusieurs changements qui se trouvent décrits avec des figures gravées, dans le VI. Tome des machines approuvées par l'Académie. Ces machines sont différentes de celle dont je donne ici la description: mais je ne prétends faire connoître que la partie principale de cette invention, qui est le piston, dont on peut faire une pompe fort simple.

fir un peu forts de verre, & dresser les bords à l'ordinaire sur un plateau de métal avec du grès & de l'eau, de maniere que les bords de l'un puissent s'appliquer exactement sur les bords de l'autre.

La piece *A*, se joint avec du mastic au tuyau *C*: s'il est de verre, la jonction d'en-bas se fait par le moyen d'une virole de métal, qui assemble les deux pieces; s'il est de laiton, il faut toujours que l'autre bout soit terminé par une vis creuse, grosse comme le doigt, de la longueur d'un pouce, & qui ait au-dessous d'elle un cercle plat garni d'un cuir.

La piece *B*, porte aussi un tuyau *D*, de neuf à dix pouces de longueur avec un clapet, ou avec une soupape qui laisse monter l'eau & qui l'empêche de descendre. On peut mettre cette soupape en-haut ou en-bas du tuyau; si on la met en-haut, on revêtira le goulot de la piece *B*, d'une virole de cuivre, qui portera cinq à six filets de vis, & qui aura une portée de deux ou trois lignes de largeur; le haut du tuyau aura une espece de chapeau *E*, qui se vissera

dessus & sur le fond duquel sera établi le clapet, ou la soupape. Si on veut placer cette soupape en-bas, on la mettra dans le fond d'une boîte de métal *F*, qu'on vissera au bout du tuyau : sur une virole *f*, attachée avec du mastic. Si l'on peut tirer d'une Verrerie deux pieces bien assorties, qui portent leurs tuyaux, comme *a* & *b*, on s'épargnera la peine de les y joindre avec du mastic, on n'aura point à craindre que l'air ne se glisse par les jonctions, & l'on appercevra sans aucun obstacle tout ce qui se passe dans la machine : il n'y aura que la soupape d'en-bas *a*, contenue dans la boîte *F*, à y ajuster.

Les pieces *A* & *B*, étant ainsi préparées, il faut se pourvoir d'un morceau de cuir de veau *H*, dont on fait les empeignes d'escarpins, le couper circulairement & de telle grandeur, qu'étant étendu sous l'un des verres *A* ou *B*, il le déborde de deux lignes tout autour.

On met ce cuir concentriquement entre deux platines rondes de cuivre qui ont dix-huit lignes de diametre, & que l'on fait tenir ensemble avec

cinq ou ſix petits clous rivés. On fait au centre un trou rond, de trois lignes de diametre que l'on couvre d'un clapet; & deux autres plus petits vers les bords, & diamétralement opposés, dans leſquels on arrête les deux branches d'une fourchette G, ſoit en les rivant ſoit en les retenant avec des écrous par-deſſous.

Le cuir *H*, eſt deſtiné à former une eſpece de diaphragme entre les deux cavités des vaiſſeaux *A* & *B*, lorſqu'ils feront joints l'un à l'autre par leurs bords; & comme il doit être perpétuellement tiré & pouſſé, avec la fourchette *G g*, il faut uſer de quelques précaution, pour empêcher que ſes bords n'échappent à ceux du verre: en voici une qui me réuſſit très-bien; je coud ſur la circonférence de ce cuir, une petite ganſe de ſoie: & après cela je le borde tout autour avec un bande de peau de chamois, large d'un pouce, que je fais plier en deux parties égales, l'une deſſus, l'autre deſſous, & que je coud enſemble, avec le cuir de veau: de là ſuivent deux bons effets; premiérement, le renflement

de la circonférence, par la ganse de soie, qui se trouve renfermée sous la bande de chamois, ne permet point au diaphragme d'échapper aux bords des deux vaisseaux; en second lieu le chamois mouillié & appliqué sur le cuir de veau fait que la jonction des deux verres, est plus exacte, & les met moins en danger d'être cassés par la pression.

Toutes les pieces de ce modele se montent dans un bâtis, composé 1°. d'une caisse *II*, qui a seize pouces de longueur sur cinq de largeur, & autant de hauteur, & qui du reste est tout-à-fait semblable à celle de la pompe précédente; 2°. d'une tablette *K*, élevée de cinq ou six pouces au-dessus de la caisse, longue de neuf pouces, & portée sur deux montants qui s'inclinent l'un vers l'autre, comme on le peut voir, par la figure; 3°. de deux autres montants *L*, *M*, qui s'élevent à plomb & qui portent à la hauteur de dix-huit pouces, une seconde tablette *N*; toutes les autres pieces sont assemblées à demeure, mais celle-ci peut se démonter; & pour cet effet, elle descend & s'assemble

s'assemble à queues perdues dans deux tasseaux attachés aux montants, & s'arrête par deux vis à têtes plates qui ont leurs écrous noyés dans l'épaisseur de la tablette ; enfin les deux tablettes *K*, *N*, sont percées au milieu, la premiere pour laisser passer le tuyau *D E*, la seconde pour recevoir le bout du tuyau *C*.

On commence donc par placer la piece *B*, avec son tuyau, qui doit atteindre à un demi-pouce près du fond de la caisse. On la couvre du cuir *H*, attaché à sa tige ; & l'on met par-dessus, la piece *A* avec son tuyau *C*, ayant soin que le bord renflé du cuir se trouve tout autour hors du verre: après cela on placera la tablette *N*, & avant de l'arrêter avec ses vis, on aura soin qu'elle porte & qu'elle appuye fortement sur le cercle plat qui est au bout du tuyau *C*; car c'est par ce moyen-là que les deux verres *A* & *B*, se joignent assez bien pour ne point laisser échapper les bords du diaphragme, pour contenir l'eau dont ils se remplissent, & pour empêcher l'air extérieur de s'y insinuer : & si l'on voit que la tablette n'ap-

puye point assez fortement, on mettra entr'elle & le cercle sur lequel elle doit appuyer, quelques anneaux de cuir qui la feront presser davantage.

Le bout du tuyau *C*, qui porte des filets de vis, passe d'un demi-pouce au-dessus de la tablette *N*; il traverse le fond d'un vase de cuivre *P*, qui est percé pour cela au centre; & une rondelle de cuir gras, que l'on serre fortement sous l'écrou qu'on fait tourner sur la vis, empêche que l'eau ne puisse passer par cette jonction; à côté de ce trou le vase *P*, porte en-dessous un petit bout de tuyau *o* en dépouille, qui traverse aussi la tablette, & qui entre juste dans un tuyau de décharge *r s*, coudé en en-haut pour le recevoir, & en sens contraire au bout de la tablette, pour rapporter l'eau du vase *p*, dans la cuvette.

Le montant *M*, est de six pouces plus long que l'autre; il est ouvert en fourchette par en-haut avec un axe de fer qui le traverse, & qui sert de point d'appui à un levier du second genre *T t*, auquel se joint à charnieres la tige de la fourchette *G g*,

Ce modele étant ainſi achevé, ſi l'on veut voir ſon effet, il faut mettre de l'eau dans la caiſſe, & en verſer un peu dans le vaſe *p*, afin d'humecter, les cuirs du diaphragme & des clapets; après quoi l'on fera mouvoir le levier pour élever & abaiſſer ſucceſſivement le milieu du diaphragme, de maniere que ſa ſurface ſupérieure, où eſt le clapet, devienne alternativement convexe & concave: par le premier de ces deux mouvemens on raréfie l'air dans la partie *B*, en augmentant la capacité du vaiſſeau de toute la quantité dont le diaphragme s'éleve; ce qui donne lieu à l'air extérieur qui peſe ſur la caiſſe, d'y faire monter de l'eau: juſques là, c'eſt une pompe aſpirante.

Quand la partie *B*, eſt pleine d'eau, le diaphragme en s'abaiſſant en fait paſſer par le trou du clapet, dans la partie *A*, qui s'emplit à ſon tour, & en ſe relevant il pouſſe cette eau, & la fait monter par le tuyau qui aboutit au vaſe *p*; c'eſt alors une pompe foulante: & comme ces deux effets ſont produits alternativement, par les mouvements du même dia-

phragme, la machine doit être regardée comme une pompe aſpirante & foulante.

J'ai déja dit que ce modele n'étoit pas propre à être exécuté en grand; on voit bien qu'il faut y employer des matieres plus ſolides que du verre : les pieces *A*, *B*, & leurs tuyaux doivent ſe faire avec du métal ou avec du bois, ſi l'on étoit à portée des forges, on les auroit à bon compte en fer coulé; ſinon deux pieces de bois creuſées par un Charron ou par un Charpentier, & garnies de cercles de fer, par un Maréchal ou par un Serrurier, fourniront les parties principales de cette machine, le Cordonnier viendra au ſecours, & un peu d'induſtrie fera le reſte. Mais n'entreprenez pas de refouler l'eau avec cette pompe à plus de ſept ou huit pieds de hauteur, parce que le diaphragme, qui doit être fait avec un ou pluſieurs cuirs forts les uns ſur les autres, ne ſera point aſſez flexible, à moins que vous ne le faſſiez fort large; comme il ſert de baſe à la colonne d'eau, avec peu de hauteur, il aura un très-grande charge à porter.

Neuvieme Expérience.

VII. LEÇON. II. Section. Pl. VII. Fig. 30 & 31.

Le moulinet qu'on fait tourner dans cette expérience, de quelque façon qu'on le fasse, doit être très-léger, & très-mobile sur son axe ; c'est assez qu'il ait quatre pouces de hauteur avec sa monture, & qu'il fasse ses révolutions dans un espace circulaire de trois pouces de diametre : on pourra s'y prendre de la maniere suivante pour le construire.

Prenez un cylindre de bois qui ait quatorze lignes de longueur & sept à huit lignes de diametre ; prolongez son axe de part & d'autre, avec deux petites pointes de fer ou d'acier, que vous y chasserez à force, en ne leur laissant que deux lignes de longueur à chacune, hors du bois ; puis ayant mis cette petite piece sur un tour à archet, ravalez les deux bouts sur la longueur de trois lignes, & ne leur laissez que la moitié de leur premiere grosseur, que vous diminuerez encore en les arrondissant du côté des pointes de fer. Divisez en cinq ou six parties égales, la circonférence de la partie cylindrique que vous avez ré-

servée au milieu, & passez sur chacune des divisions, un trait de scie d'un bout à l'autre jusqu'à ce que vous rencontriez les bouts ravalés. Collez dans ces rainures autant d'ailerons, faits avec du bois très-mince, taillés sur un même modele, chantournés si vous voulez, & un peu plus larges en s'écartant du moyeu, que par le bout qui les y joint.

Vous suspendrez ce moulinet par ses pivots sur deux petits montants de métal, élevés sur une base qui sera percée & taraudée au milieu, pour s'attacher à la vis qui est au centre de la platine de la *machine pneumatique*.

Il n'est pas besoin de mettre un tuyau au trou du récipient, il suffit que ce trou soit à deux pouces au-dessus du bord, & qu'il soit gros comme une plume à écrire; j'ai dit *Tome I. page* 197. comment on perce le verre : & l'on suivra la même instruction pour percer le flaçon de la *Fig.* 31. citée en marge.

VII. LEÇON. II. Section. *Pl. VII. Fig.* 32.

Dixieme Expérience.

LE canon de verre avec lequel se

fait cette expérience, pourroit avoir plusieurs pieds de longueur ; il suffira, pour le rendre plus maniable, qu'il ait douze à quinze pouces ; mais son ouverture seroit trop grande, si elle excédoit douze à quatorze lignes de diametre : si l'on n'en avoit point qui fût fermé & terminé par un bouton, comme celui qui est représenté par la figure citée en marge, on y suppléra, en prenant un tube que l'on bouchera par en-haut avec du liege & du mastic, en y ajoutant un petit couvercle de ferblanc garni d'un anneau, pour le tenir suspendu : ce qu'il y a d'essentiel, c'est de bien dresser les bords, sur une plaque de métal avec du grès & de l'eau, afin que le morceau de papier s'y applique bien exactement.

Onzieme Expérience.

VII. LEÇON. II. Sect. Pl VII. Fig. 33

ON fait communément les siphons avec des tubes de verre que l'on courbe au feu de lampe, mais on en peut faire avec des tuyaux de ferblanc, ou de toute autre matiere capable de contenir les liqueurs.

Si la branche d'écoulement est un

peu longue, comme de dix-huit à vingt pouces, & qu'elle ſoit recourbée en en-haut & pointue, l'eau en ſortira en forme de jet; & elle fournira à pluſieurs, ſi au lieu d'un ajutage, on la fait ſortir par deux, trois ou quatre.

Si par propreté, ou par crainte de ſucer une liqueur dangereuſe, on ne veut point appliquer la bouche au bout de la branche d'écoulement, on pourra embrancher deſſus, dans l'endroit le plus bas, un petit tuyau que l'on fera monter le long de cette branche & par lequel on fera la ſuccion, en tenant l'orifice de la branche d'écoulement fermé avec le bout du doigt: car dès qu'on verra la liqueur arriver en cet endroit, on ceſſera de ſucer, & l'on ôtera le doigt, pour laiſſer l'écoulement libre.

Douzieme Expérience.

VII. LEÇON. II. Sect. *Pl. VII. Fig.* 34, 35, 36, & 37.

CETTE expérience eſt ſuffiſamment décrite tant par la *Fig.* 34. citée en marge, que par le diſcours qui y a rapport; je dirai ſeulement que ſi l'on ne peut pas ſe procurer un verre d'une forme ſemblable à cel-

le qui eſt repréſentée, on ſe contentera d'un bout de tuyau, le plus gros qu'on pourra avoir, dont on fera ſceller un bout par un Emailleur ou que l'on bouchera avec du liege & du maſtic, recouvert d'une virole de ferblanc garnie d'un fond & d'un anneau pour ſuſpendre l'inſtrument.

SI l'on veut monter cet inſtrument ſur un piedeſtal, on pourra imiter celui qui eſt repréſenté par la *Fig.* 35. en ſuivant ce que je vais ajouter. *Figure* 35.

Vous rapprocherez les deux branches du ſiphon l'une de l'autre comme *A*, *B*, *Fig.* 3. vous ferez faire à celle-ci deux coudes en ſens contraires, immédiatement au-deſſous de la premiere, pour mettre le reſte de ſa longueur dans l'axe prolongé du tube de verre.

Le Ferblantier fera avec du laiton ou avec du ferblanc, une boule compoſée de trois pieces; ſçavoir d'une virole *C c*, & de deux calotes *D*, *E*; ces deux calotes ſeront percées au milieu; celle d'en-haut pour recevoir une douille qu'on y ſoudera, & qui ſera propre à recevoir la partie *F*;

celle d'en-bas, pour recevoir un autre douille plus petite & qu'on y soudera aussi; par celle-ci on fera passer la branche longue du siphon, & on l'y arrêtera avec une soudure, ou avec du mastic, de façon que l'eau qu'on mettra dans la boule *C c*, ne puisse point sortir par cette jonction.

La boule *C c*, ainsi jointe au siphon, se placera par sa douille sur un pied de bois *H*, percé d'un bout à l'autre, pour laisser passer la branche longue du siphon, qui passera aussi dans le piedestal, quand la tige *H*, sera attachée dessus.

Un des quatre côtés du piedestal, sera une porte, qui pourra s'ouvrir, se fermer, & s'arrêter avec un crochet, & il y aura dans le fond, un vase pour recevoir l'eau qui s'écoulera par la branche du siphon.

Pour faire usage de cet instrument, on l'ôtera de dessus la tige *H*; puis l'ayant renversé, on fera couler deux ou trois pouces d'eau dans le verre *FG*, par la branche *I B*, on fermera l'orifice *I*, avec un petit bouchon de liege, & l'on remettra l'instrument sur son pied. On versera

de l'eau dans la boule par l'orifice *D*, & l'on débouchera le bout du tuyau *I*.

Cet inſtrument ſera peint au vernis ou à l'huile ; on pourra même l'enjoliver d'un cordon de coquilles attachées avec du maſtic autour de la douille qui reçoit la partie *F*, & autour de la bobeche de bois, qui reçoit la boule *C c*.

On fait des verres à ſiphons de deux eſpeces ; aux uns, l'écoulement commence de lui-même, quand l'eau eſt parvenue à une certaine hauteur dans la coupe ; aux autres, il faut le provoquer en ſuçant. *Figure 36.*

Pour faire ceux de la premiere eſpece, on tire de la Verrerie des grands verres à boire, qui ont la tige creuſe & ouverte d'un bout à l'autre, & la patte bien convexe en-deſſus. On prépare avec un tube à barometre, un ſiphon dont on fait paſſer la branche longue à travers la tige, en l'y arrêtant avec du maſtic ou avec de la cire molle, de maniere, que l'eau qu'on met dans la coupe ne puiſſe pas ſortir par cette jonction : la branche courte doit approcher tout près du fond de la coupe, & la

courbure du ſiphon ſe tient d'un travers de doigt plus baſſe que les bords du verre.

Le verre étant ainſi préparé, quand on verſe de l'eau dans la coupe, elle s'éleve en même-temps par la branche courte ; & quand on en met juſque par-deſſus la courbure du ſiphon, l'eau coule par ſon poids dans la branche longue, & cet écoulement une fois commencé, doit continuer tant que le bout de la branche courte ſe trouvera plongé dans l'eau.

Dans les cabinets des curieux, on trouve quelquefois des verres de cette eſpece, dont le *ſiphon a les deux* branches ſerrées parallelement l'une contre l'autre ; ſouvent même ce ſiphon n'eſt autre choſe qu'un tube droit, ouvert des deux bouts qui paſſe à travers la tige, étant recouvert dans la coupe d'un autre bout de tube, plus gros & ſcellé par en-haut. Ce ſiphon eſt recouvert par une figure d'homme creuſe, dont la bouche ſe trouve un peu plus haut que la courbure, de maniere que l'eau n'y peut jamais monter, parce qu'avant d'y arriver elle commence à s'écouler par le

ſiphon, qu'on ne voit pas; voilà ce qu'on nomme *la coupe de Tantale.*

Aux verres à ſiphons de la ſeconde eſpece, la branche longue ſort par un côté de la tige, & la courbure excede un peu la hauteur de la coupe; de ſorte qu'on peut emplir le verre entiérement ſans que l'écoulement commence de lui-même; mais quand un fois on la provoqué en ſuçant, il continue quoiqu'on en retire la bouche, & inonde le curieux qui ne s'attend point à cet effet.

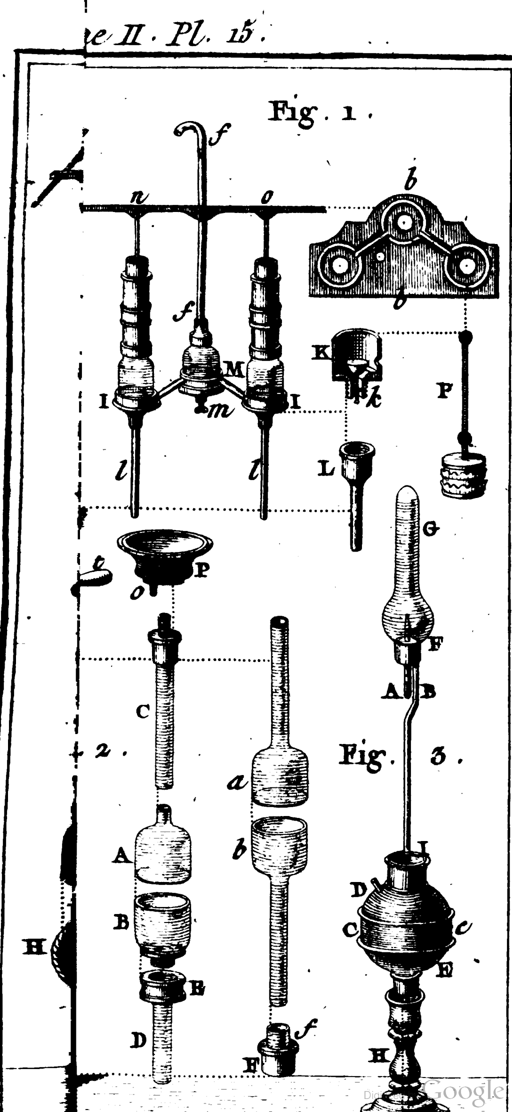
Ces derniers verres avec leurs ſiphons, ſe font d'une ſeule piece aux Verreries, & ſont à-peu-prés formés comme le repréſente la figure citée en marge; ſi ce n'eſt qu'il n'y a qu'une bouche d'écoulement, l'autre étant ou ſupprimée, ou non ouverte. *Figure 36.*

Si l'on ne peut point avoir de ces verres fait exprès aux Verreries, on pourra y ſuppléer en cherchant quelqu'autre vaſe convenable chez un Fayancier, ne fût-ce qu'un moyen récipient de machine pneumatique, de ceux qui ont un goulot ouvert, & en y faiſant faire un pied par le Ferblantier.

A la suite des expériences qui se font avec des siphons, j'ai fait mention d'un instrument de cette espece, avec lequel on pourroit comparer les pesanteurs spécifiques de plusieurs liqueurs ; s'il vous prend envie de le construire, vous choisirez deux tubes de verre bien droits, longs de trente-deux pouces, & qui ayent au moins deux lignes de diametre intérieurement ; vous les souderez bout à bout l'un de l'autre, en suivant ce que j'ai prescrit, lorsque j'ai parlé de la lampe d'Emailleur, *Tome I. page* 217. Vous les plierez ensuite auprès de la soudure, comme il est représenté en *A*, *Pl. XIV. Fig.* 6. & vous rendrez les deux branches paralleles entr'elles, à la distance de deux pouces & demi l'une de l'autre.

Pour contenir le siphon dans cet état & le rendre plus maniable, vous l'attacherez vers le milieu de sa longueur, sur une planche mince & légere, longue de cinq à six pouces, en faisant deux ligatures sur chaque branche, & vous boucherez l'une des deux avec une boulette de cire.

e II. Pl. 15.



Ensuite vous chaufferez le coude en *A*, & vous appliquerez sur la partie extérieure, une petite masse de verre fondu, puis sans perdre de temps vous soufflerez modérément par la branche qui est ouverte, ou vous ferez souffler par quelqu'un, qui s'y entende, afin de produire un renflement à l'endroit, où la masse de verre a été ajoutée; continuez de chauffer cette partie & tirez-la pour lui donner la forme d'un tuyau de trois ou quatre lignes de longueur, afin de pouvoir y ajuster la petite pompe avec du mastic, ou seulement de la cire molle; & vous attacherez le tout sur une planche graduée comme dans la *Fig.* 6.

Au bas de cette planche, vous placerez une tablette *B*, sur laquelle seront attachés, avec de la cire molle deux gobelets, pour mettre les liqueurs; & afin qu'on puisse les n'étoyer, vous ferez ensorte que la tablette qui les porte, puisse s'abaisser, & se séparer de la planche.

Je ne propose point ce siphon, comme un moyen pour connoître avec précision les différences des pe-

ſanteurs ſpécifiques, mais ſeulement pour les avoir par à-peu-près, ce qui peut être utile dans bien des occaſions.

AVIS

Concernant la HUITIEME LEÇON.

Premiere Expérience.

VIII. LEÇON. III. Sectior. *Pl. I. Fig.* 1.

IL faut choiſir pour cette expérience, une veſſie qui ne ſoit pas plus groſſe qu'une orange; celle d'un agneau ou d'un cochon de lait ſera très-convenable; le tube de verre au bout duquel on la liera, doit avoir environ deux lignes de diametre, pour y pouvoir faire couler l'eau aiſément.

POUR imiter l'action d'un animal qui téte, & prouver en même-temps que le lait n'eſt pouſſé hors de la mamelle que par la preſſion de l'air extérieur, on pourra faire l'expérience que voici.

Faites paſſer le bout du tube au bas duquel eſt la veſſie remplie d'eau colorée, à traverſle goulot d'un récipient

cipient garni d'un couvercle de cuivre dont le dessus soit bien droit, & couvert d'une rondelle de chamois mouillée; & ayez soin de l'y arrêter avec du mastic, de maniere que l'air ne puisse pas s'insinuer par la jonction, comme dans la *Fig.* 1. de la *Pl. XVI.* Posez sur le chamois mouillé, *une espece de pipe de verre A, dont les* bords soient bien dressés; appliquez la bouche en *a* & succez; si le récipient est plein d'air vous verrez que la liqueur colorée viendra abondamment par le bout du tube *b*; & qu'au contraire il n'en sortira rien, si vous faites le vuide dans le récipient après l'avoir appliqué à la machine pneumatique.

Seconde Expérience.

VIII. LEÇON. III. Section. *Pl. I. Fig.* 2.

SI l'on veut se contenter des parties essentielles de la balance hydrostatique, il suffira d'avoir un fléau bien fait, & bien mobile, garni de deux petits bassins sous chacun desquels, il y ait un crochet, & que ce fléau, soit suspendu, ou soutenu, entre deux vases de verre un peu profonds. Mais si l'on veut faire

servir cet instrument, à répéter des expériences dans une école, & dans tout autre cas où il conviendra de les exécuter promptement, commodément, & avec propreté, on pourra le construire comme celui que je vais décrire. N'ayez point égard à la figure citée en marge, mais seulement à la *Fig.* 2. de la *Pl.* 16. de ce volume.

A B, est une caisse doublée de plomb, avec une décharge au fond, comme celles des pompes que j'ai décrite ci-devant; celle-ci a de plus un couvercle, qui entre à feuillure & qui s'arrête avec quatre crochets. Sa longueur est de vingt pouces, sa largeur de six pouces & demi & sa hauteur est de cinq pouces ; toutes les autres pieces sont dessinées en proportion avec celle-ci.

Le fléau *C D*, est fait de la même maniere & avec les mêmes attentions que j'ai prescrites pour celui de la balance dont j'ai donné la construction, au commencement des *avis* sur la septieme Leçon, *page* 264. hors qu'il faut faire celui-ci plus léger, parce qu'il n'est point destiné à por-

ter de grandes charges. Au lieu d'être ſuſpendu dans une chappe, ſon axe eſt ſoutenu par une fourchette montée ſur une douille que l'on ſoude ſur le couvercle de la piece *F.* Ce vaiſſeau ainſi que les deux vaſes *G*, *H*, eſt de cryſtal, & porté comme eux, par un pied de bois attaché ſur le couvercle de la caiſſe.

Le vaiſſeau *F*, eſt un réſervoir qu'on emplit d'eau, & qui doit en communiquer, en *G*, ou en *H*, ou à tous les deux vaſes à la fois quand il en eſt beſoin : il faut de plus que cette eau parvenue en *G*, & en *H*, tombe dans la caiſſe quand on n'en a plus affaire dans les vaſes : il faut par conſéquent entre les vaſes ainſi qu'entre eux & la caiſſe, des communications qui s'ouvrent & qui ſe ferment.

Pour cet effet, il y a ſous le couvercle de la caiſſe, un tuyau *I K*, ſur lequel ſont enbranchés trois autres tuyaux montans *N*, *O*, *P*, & qui porte auſſi deux robinets *L*, *M*, avec deux autres robinets à ſes extrêmités.

Les deux robinets *L*, *M*, paſſent

à travers l'épaisseur du couvercle de la caisse ; il n'en passe que la tête des clefs *l*, *m*, qui sont percées simplement d'un trou diamétral à l'ordinaire. Les trois tuyaux *N*, *O*, *P*, traversent non-seulement le couvercle, mais aussi les tiges des trois pieds de bois qui portent les vases ; voyez-en la coupe *R R*.

Le bout de chacune de ces tiges a une cavité cylindrique dans laquelle se loge, une virole Q, garnie d'un fond percé pour recevoir le bout du tuyau montant que l'on y soude à l'étain. Cette virole porte des filets de vis en dedans, & son bord supérieur est garni en dehors d'un cercle plat qui repose sur le bois, il faut que cette piece soit bien arrêtée, soit en entrant un peu à force, dans la place qu'elle occupe, soit que le cercle qui la borde, soit attaché au bois avec deux goupilles rasées à fleur. Autrement, on courroit risque de fatiguer la soudure du fond, en ôtant & en remettant souvent les pieces qui s'y montent à vis.

Les deux vases *G*, *H*, sont terminés par en-bas comme le vaisseau *f*,

& l'on garnit cette eſpece de goulot d'une virole *q*, qu'on y attache avec du maſtic, & qui porte ſept à huit pas de vis avec un petit cercle qui forme une portée, & qui ſerre un anneau de buffle mouillé entre lui & le bord de la virole Q, dans laquelle il entre.

Les clefs des deux robinets *I*, *K*, doivent être un peu longues, parce qu'il faut qu'elles traverſent l'épaiſſeur des petits côtés de la caiſſe, que l'on échancre pour cela par en-haut : elles ſont creuſées de huit à dix lignes ſuivant leur longueur, avec un trou de côté *i*, qu'on fait répondre à l'une des oreilles & l'on y fait une marque ; le tuyau eſt auſſi percé en *I* & en *K*, d'un trou qui ſe trouve vis-à-vis celui de la clef quand on la fait tourner pour cela, on doit faire mouler en cuivre les robinets *I*, *K*, *L l*, & *M m*, & le Ferblantier fera le reſte avec des feuilles de laiton, &joindra toutes ces pieces enſemble avec des ſoudures en étain.

On voit par ce détail & la poſition des trois vaiſſeaux *F*, *G*, *H*, que celui du milieu étant plein d'eau,

on peut en faire venir, dans l'un des deux vases des côtés, ou dans tous les deux à la fois, en ouvrant les robinets *m*, *l*: on voit pareillement qu'en fermant ceux-ci, on peut faire passer dans la caisse l'eau qui est en *G* ou en *H*, en ouvrant les robinets des deux bouts; & enfin évacuer les trois vases, en laissant les quatre robinets ouverts; par ce moyen, on fait les expériences commodément, avec promptitude, & sans mouiller la table, ni ce qui pourroit être dessus. Il ne reste plus qu'à vuider la caisse après ces opérations.

Commencez les expériences de la balance hydrostatique par celle-ci: ayant ôté le vase *G* ou *H*, suspendez au crochet d'un des bassins, un vase cylindrique *S*, rempli d'eau aux $\frac{3}{4}$ de sa capacité, & chargez l'autre bassin pour faire équilibre: arrêtez d'une main le vase *S*, dans cette situation, & avec l'autre main, plongez-y une boule de métal attachée au bout d'un fil de fer, ayant soin qu'elle ne touche, ni le fond ni les parois du vase; alors ne retenez plus ce vase avec la main; laissez-le libre, & vous ferez

voir qu'il eſt devenu plus peſant qu'il n'étoit, & qu'il emporte le poids qui eſt dans le baſſin oppoſé.

Vous prouverez enſuite que cet effet ne vient pas de ce que la boule plongée eſt de métal, en répétant l'expérience avec une boule de liege de la même groſſeur ; car elle produira la même choſe que la premiere.

Après cela remettez en place le vaſe *G*, ou *H*, que vous avez ôté, ſuſpendez avec un fil de ſoie au crochet de la balance, une bille d'yvoire qui ait un pouce ou dix-huit lignes de diametre, de maniere qu'elle ſe trouve au milieu du vaſe G, par exemple, en équilibre avec un poids placé dans le baſſin oppoſé : tenez le robinet *m* fermé, & ouvrez celui qui eſt en *l*, pour faire venir de l'eau dans le vaſe : & vous ferez remarquer que la bille d'yvoire ſurnage, étant devenue par cette immerſion plus légére que le poids qu'elle tenoit en équilibre.

Ou ſi l'on ne met que le poids qu'il faut pour la tenir en équilibre, lorſqu'elle eſt entiérement plongée

dans l'eau, on reconnoîtra que ce poids est moindre que celui qu'on a employé pour la tenir en équilibre dans le vase rempli d'air.

Troisieme Expérience.

VIII. LEÇON. III. Section. *Pl. I. Fig. 3.*

POUR la balance dont il s'agit ici, il faut un fléau très-léger & très-mobile dans une chappe; on suivra pour cela ce que j'ai dit des balances précédemment, *page* 264. & ce que j'en ai dit encore, *Leçons de Physique, Tome III. page* 67. *& suiv.* & l'on exécutera de plus, ce que je vais ajouter ici.

Le bras du fléau qui portera la boule de liege sera plus court que l'autre, afin que la chappe puisse être suspendue à-peu-près dans l'axe du récipient; l'autre bras, sur les deux derniers pouces de sa longueur, sera formé en vis, dont l'écrou sera une petite poulie de cuivre, à laquelle on suspendra la balle de plomb avec un fil de soie doublé; par ce moyen-là on la mettra aisément en équilibre avec le liege, soit en la faisant avancer vers le point d'appui, soit en l'en éloignant, voyez la *Fig.* 3.

Il

Il faudra donner au moins deux pouces & demi de diametre àla boule de liege : on la fera de plusieurs rondelles collées les unes sur les autres ; & quand la colle sera séche, on arrondira le tout avec une rappe en bois, en finissant avec un grosse lime. Le liege doit être choisi, pour être le plus léger qu'il sera possible ; on pourra même évider, les pieces avant de les coller ensemble.

On fera bien de suspendre la chappe de maniere qu'elle ne puisse pas tourner sur elle-même ; cela se fera très-aisément, en lui donnant par en-haut deux mouvements de charniere, l'un de droit à gauche, & l'autre d'avant en arriere.

Je trouve qu'il est plus commode, de suspendre cette balance à un portant placé au centre de la machine pneumatique, que de l'attacher à la tige d'une boîte à cuirs, pour la soulever, quand on a fait le vuide.

Ce portant est fait avec un lame de fer poli & contournée comme *T t* ; la partie *T*, plus large que le reste, est percée au milieu, pour être arrêté eavec un écrou formé en bouton,

ſur un petit pied à patte dont la tige eſt terminée par une vis; la patte de ce pied, eſt creuſe en-deſſous, afin que la vis excédente qui eſt au centre de la platine de la machine pneumatique, ne l'empêche pas de poſer, & le bord eſt un peu échancré en quelques endroits, pour donner un paſſage libre à l'air du récipient, qui doit ſe rendre dans la pompe.

La balance & ſon portant étant placés, mettez bien en équilibre la boule de liege avec la balle de plomb; placez par-deſſus, un récipient aſſez haut & aſſez large pour ne point gêner le mouvement de la balance; & faites le vuide, ſans remuer la machine pneumatique par aucune ſecouſſe; il eſt preſque inutile de dire que les dimenſions de cette machine doivent être aſſujéties à la grandeur du récipient.

Quatrieme Expérience.

VIII. LEÇON. III. Sect. Pl. I. Fig. 2.

LE petit cylindre ſolide de cuivre *x*, *Pl. XVI. Fig.* 2. a trois pouces de longueur ſur dix lignes de diametre, avec un petit anneau, auquel on joint un fil de laiton terminé en crochet par en-

haut, pour le suspendre au fond du vase cylindrique *X*, où il y a un autre anneau ; & afin que celui-ci n'empêche pas ce vase d'être posé debout, le fond est de deux ou trois lignes plus élevé que le bord.

Le vase cylindrique a une anse tournante, & un crochet pour s'attacher à l'un des bassins de la balance *c* ou *d* ; & le dedans doit être bien ajusté au cylindre avant qu'on y soude le fond.

Cinquieme Expérience.

JE n'ai rien à ajouter à ce qui est dit dans la *Préparation* de cette expérience ; mais pour achever de prouver, que la perte que les corps plongés font de leur poids, est proportionelle à leur volume, & non à leur densité, ajoutez celle que voici. *Figure 4.*

Faites avec du taffetas, le plus mince que vous pourrez avoir, un sac qui contienne une once d'*Ederdon*, c'est-à-dire, de ce duvet que le vulgaire appelle par corruption de nom *Aigledon* ; joignez à cela une petite ficelle longue d'une aune ou

environ : mettez le tout en équilibre contre un poids de plomb à une bonne balance, d'abord en laissant prendre au sac tout le volume que peut lui donner le duvet qu'il contient, en s'épanouissant ; ensuite en serrant ce même sac en différents sens avec la ficelle, pour le réduire au plus petit volume possible ; & vous verrez que dans ce dernier cas, il emportera le poids, qui le tenoit en équilibre auparavant.

Sixieme Expérience.

III. Section. *Pl. I. Fig.* 5.

Si vos deux billes mises en équilibre dans l'air, conservent cet état lorsque vous les ferez plonger dans deux masses de la même eau, & qui auront la même température, vous serez sûr que non-seulement elles pesent autant l'une que l'autre, mais aussi, que leurs volumes sont égaux; ce qui est essentiel dans cette expérience.

Si en les faisant passer de l'air dans l'eau, elles ne conservent pas leur équilibre, il faut un peu diminuer le volume de celle qui paroîtra la plus légére, jusqu'à ce que dans l'eau, elle

ſoit en équilibre avec l'autre : lorſqu'elles rentreront dans l'air ; celle-ci ſe trouvera trop légére, mais vous chargerez un peu le baſſin de ſon côté pour réparer ce défaut, & pour lors, ſoit qu'elles paſſent de l'air dans l'eau, de l'eau dans l'eſprit-de-vin, &c. pourvû que les liqueurs de part & d'autre ſoient de denſités égales ; les deux billes conſerveront conſtamment leur équilibre ; comme auſſi elles le perdront infailliblement, ſi l'une des deux liqueurs eſt plus denſe que l'autre.

Le réſervoir *F*, de la balance hydroſtatique ne pouvant fournir qu'une ſeule liqueur, ſi l'on veut que l'un des deux vaſes, en contienne une différente, il faudra l'y verſer d'ailleurs ; ſuppoſons qu'on veuille y mettre de l'eau-de-vie, on commencera par boucher le fond du vaſe *G* ou *H*, avec un tampon de liege bien arrondi, & tellement ajuſté que cette liqueur ne puiſſe point tomber dans la caiſſe ; on la tirera avec un ſiphon quand l'expérience ſera faite.

Septieme Expérience.

VIII. LEÇON. III. Section. *Pl. I. Fig. 6.*

ON se procurera la phiole dont on a besoin dans cette expérience, avec un bout de tube de verre de cinq à six pouces de longueur, gros comme pour y faire entrer le doigt, que l'on scellera par un bout, & que l'on évasera un peu par l'autre, afin de pouvoir y lier plus aisément un petit morceau de vessie mouilliée.

On trouve chez les ouvriers qui travaillent au feu de lampe, des figures d'émail qu'ils rendent légeres, & qu'ils mettent en état de surnager les liqueurs, en leur ajoutant au-dessus de la tête, une petite ampoule de verre: pour le cas présent on ne risque rien de choisir ces figures trop légéres; il est aisé de leur mettre au pied, quelque petite masse de plomb, qui ne leur laisse que le degré de légéreté qu'il leur faut pour se soutenir à peine au-haut du tube.

Dans le cas où l'on ne pourroit point avoir de ces figures d'émail, on y suppléroit par une ampoule de verre soufflée à la lampe, à laquelle on

réserveroit un petit crochet ou anneau pour la charger avec du plomb & l'approcher de l'équilibre.

Le Chaudronnier fera un petit vase de cuivre rouge qui contiendra de l'eau, & dans le col duquel on fera passer le tube rempli d'esprit-de-vin, avec la figure ou l'ampoule de verre plongée; & l'on fera chauffer ce bain-marie, sur la lampe que j'ai décrite au commencement des *Avis* concernant la premiere Leçon, ou sur une semblable faite exprès pour lui.

On pourra encore plus simplement, verser de l'eau plus que tiede dans une petite cucurbite de verre, & la couvrir d'un morceau de carton percé au milieu pour plonger par-là, le tube, qui sera retenu par son orifice évasé: la transparence de l'eau & du verre, laissera voir ce qui se passe dedans.

Huitieme Expérience.

VIII. LEÇON III. Section. *Pl. I. Fig.* 7. & 8.

SUIVEZ pour cette expérience, ce qui est indiqué dans la *Préparation*, en vous aidant des figures citées en marge. Au défaut du verre représenté par la *Fig.* 7. prenez un tube

qui ait un pouce de diametre ou environ, que vous ſcellerez, ou que vous boucherez bien par un bout.

COMME on fait deſcendre la petite figure en y faiſant entrer de l'eau par la preſſion, on peut auſſi la faire remonter, quand ſon ampoule contient une trop grande quantité d'eau & qu'elle eſt devenue par là trop peſante. Ayez un tube de cinq à ſix pouces de longueur, monté ſur une patte de verre à boire; rempliſſez-le avec de l'eau, & plongez-y une figure d'émail dont l'ampoule contienne aſſez d'eau pour la faire aller à fond : ſi vous mettez ce tube ainſi préparé, dans le vuide, le peu d'air qui ſera reſté dans l'ampoule, ſe dilatera, fera ſortir un partie de l'eau & rendra la figure aſſez légére pour remonter.

Pour montrer d'une maniere bien ſenſible, comment les cadavres des animaux noyés ſurnagent au bout d'un certain temps, par tuméfaction, prenez une très-petite veſſie, celle d'un jeune agneau, par exemple, où celle d'une groſſe carpe, chargez-la de quelques grains de plomb,

laissez y un peu d'air, & liez bien le col, afin qu'il ne puisse point en sortir; mettez cette vessie ainsi préparée dans un vase de verre un peu long & rempli d'eau claire; elle se tiendra au fond: mais si vous la faites passer dans le vuide, l'air renfermé dans la vessie, en se dilatant, la fera grossir, & vous la verrez venir à la surface de l'eau.

Neuvieme Expérience.

LE tube qui monte parallelement au vase cylindrique de la figure citée en marge, sert à faire connoître avec plus d'exactitude la hauteur de l'eau: il faut qu'il ait deux ou trois lignes de diametre: le robinet d'en-bas ne doit laisser aller l'eau, pour ainsi dire, que goutte à goutte quand on l'ouvre, afin qu'on ait le temps de juger si l'eau est descendue au point où on l'attend.

VIII. LEÇON. III. Section. *Pl. I. Fig. 9.*

Dixieme Expérience.

L'ARÉOMETRE ou *pese-liqueurs* commun qu'on employe dans cette expérience est très-connu, & l'on peut aisément se le procurer par-tout où

VIII. LEÇON. III. Section. *Pl. I. Fig. 10 & 11.*

il y a des Emailleurs, ou des faiseurs de Barometres. Si l'on ſçait travailler à la lampe, on le conſtruira ſoi-même en choiſiſſant un tube de verre bien cylindrique de deux lignes ou environ de diametre, au bout duquel on ſoufflera une boule groſſe à-peu-près comme un œuf de poule, & au-deſſous, une autre boule plus petite ſéparée de la premiere par un étranglement. C'eſt dans cette derniere cavité qu'on met du mercure, ou des grains de plomb, pour leſter l'inſtrument de maniere qu'étant plongé dans l'eau commune, il s'y enfonce avec le quart de la tige qui peut avoir quatre ou cinq pouces de longueur. Alors on fait entrer dans cette tige un petit rouleau de papier fin, ſur lequel on a marqué des diviſions en tel nombre que l'on veut, & l'on bouche le haut de l'inſtrument avec un peu de cire molle.

Comme dans l'uſage de cet inſtrument, il importe beaucoup d'avoir égard au degré de chaud ou de froid de la liqueur dans laquelle on le plonge, au lieu de faire la graduation ſur un papier roulé, on peut la mar-

quer avec du vernis coloré, sur un tube capillaire dont un bout soit plongé dans le mercure qui sert de leste, l'autre restant ouvert & passant de quelques lignes hors de la tige de l'aréometre, où il doit être joint avec de la cire molle, afin qu'il ne reste point de communication entre l'air extérieur & celui qui est renfermé dans l'aréometre; par ce moyen non-seulement on verra jusqu'à quel degré l'instrument s'enfonce dans la liqueur, mais on reconnoîtra en même-temps, par l'élévation ou l'abaissement du mercure dans le tube capillaire, si le degré de chaleur ou de froid est le même que celui d'une autre liqueur, où l'on auroit plongé l'aréometre immédiatement auparavant.

On fera un aréometre qui marquera les plus petites différences de pesanteur spécifique, en lestant avec du mercure ou avec du plomb, un flacon de verre plus long que large, & d'une figure ovoïde (*a*), afin qu'il

(*a*) Si l'on est à portée d'une Verrerie, on se procurera aisément un flacon capable de contenir environ une chopine de liqueur, &

éprouve moins de résistance tant en montant qu'en descendant dans les liqueurs, & en y mettant pour tige un simple fil de laiton un peu plus gros qu'une épingle: ce fil de métal aura, si l'on veut, quinze ou dix-huit pouces de longueur; & l'on saura le chemin qu'il fait en montant & en descendant, par le moyen d'une regle divisée en pouces & en lignes, que l'on tiendra vis-à-vis, & parallelement à lui.

Le pese-liqueurs commun, celui de Boyle, dont j'ai parlé jusqu'à présent peut bien nous faire connoître qu'une liqueur pese spécifiquement plus ou moins qu'une autre, ou que sa densité varie en tel ou tel cas; il peut même nous faire sentir jusqu'aux moindres différences, lorsqu'il est bien fait, & manié avec attention & avec adresse; mais il nous laisse ignorer la valeur de ces *plus* &

qui ait la figure d'un œuf fort allongé; sinon, l'on trouvera chez les Fayanciers des bouteilles de cette forme, dont les voyageurs se servent pour porter avec eux une petite provision d'eau-de-vie: elles sont pour l'ordinaire un peu applaties, mais elles n'en sont pas moins propres à l'usage dont il s'agit ici.

de ces *moins* qu'il nous montre, parce que ses degrés d immersion sont arbitraires, & qu'ils n'ont aucun rapport connu avec la masse qu'il déplace dans une des liqueurs que l'on met en expérience. L'instrument aura donc un mérite de plus, & un mérite important pour la Physique expérimentale, s'il est construit ou employé de maniere, qu'on puisse apprécier au juste les différences qu'il indique, & connoître par-là, de combien une liqueur est plus ou moins dense qu'une autre.

Pour parvenir à ce but, il faut se rappeller ce principe d'hydrostatique, sçavoir, qu'un corps plongé dans une liqueur, & qui ne s'y enfonce point entriément, déplace par sa partie plongée, un volume de cette liqueur dont le poids est égal à la totalité du sien; d'où il suit que si l'aréometre pese une once, on est sûr en le laissant descendre librement dans l'eau, dans le vinaigre, dans l'esprit-de-vin, &c. qu'il mesurera toujours par son immersion, un volume de liqueur pesant une once.

Mais le volume d'esprit-de-vin dé-

placé de cette maniere & pesant une once, sera plus grand que le volume d'eau, celui-ci plus grand que le volume de vinaigre, &c. & l'on doit se souvenir, que les pesanteurs spécifiques sont en raison inverse des volumes; c'est-à-dire, que de deux portions de matiere, dont les poids sont égaux, l'une est d'autant moins dense, ou d'autant moins pesante spécifiquement, qu'elle surpasse l'autre en grandeur: de même que quand les volumes sont égaux, la différence des poids donne celle des densités.

Il y a donc deux moyens de déterminer le rapport des densités de deux liqueurs, par l'immersion d'un corps qui surnage en partie comme l'aréometre: car premiérement on peut, en augmentant son poids, le forcer de descendre dans la plus dense autant qu'il est descendu dans la plus légére; alors les volumes déplacés seront égaux, & le nouveau poids dont on aura chargé l'instrument exprimera la différence des pesanteurs spécifiques, eu égard à la quantité de liqueur déplacée par l'immersion

de l'aréometre : si, par exemple, cette quantité est d'une once, comme nous l'avons supposé, & qu'on ait ajouté vingt-quatre grains au poids de l'instrument, pour le faire descendre dans la plus dense des deux liqueurs autant qu'il étoit descendu dans la plus légére, on peut conclure que leurs pesanteurs spécifiques, différent de ving-quatre grains sur la quantité d'une once; & comme cette différence suivra proportionnellement la quantité, (qu'elle quelle soit) de ces mêmes liqueurs comparées, on peut dire généralement, & en réduisant le tout en grains, que leurs densités ou pesanteurs spécifiques sont entr'elles, dans le rapport de 600 à 576, ou en usant de la plus petite expression. comme vingt-cinq à vingt-quatre.

Cette méthode est celle qu'a suivi Fareinheit, & qui me paroît la plus simple & la plus aisée dans la pratique : son aréometre ne différe de celui de Boyle, qu'en ce que sa tige est plus courte & plus menue; elle n'a point de graduation, mais seulement une marque faite avec un fil ou au-

trement, pour faire connoître que l'immersion est toujours égale ; & elle est terminée par un petit plateau fort léger, sur lequel on pose des poids avec une pince, pour la faire descendre jusqu'à la marque dont je viens de parler.

Secondement on peut conserver à l'aréometre un poids toujours égal & connu, & marquer sûr sa tige des degrés d'enfoncement qui indiquent d'une maniere sure la différence des volumes qu'il déplace, en passant d'une liqueur dans une autre. Car il est certain que si déplaçant toujours une once de liqueur, par exemple, il s'enfonce davantage dans l'une des deux ; ce *plus* en volume déplacé, annonce & mesure le *moins* en densité. Il s'agit donc de diviser la tige de l'instrument de maninere que les degrés d'enfoncement fassent connoître au juste de combien la densité est moindre, & *vice versâ* : c'est ce que M. Brisson vient d'exécuter d'une maniere qui ne laisse rien à désirer ; il établit pour cela une regle générale qui met les Physiciens en état de construire & de graduer des aréo-

metres

metres tant pour les liqueurs plus denses que l'eau commune, que pour celles qui le sont moins; car il n'est guere possible que le même puisse aller à toutes; & il a joint à cela des Tables d'une étendue suffisante pour toutes les liqueurs connues, & qui rendent l'usage de cet instrument très-facile: je m'abstiens de faire connoître en détail cette nouveauté, qui est pour-tant bien intéressante, pour ne point prévenir la publication qui en sera faite bien-tôt dans les *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, & pour ne point passer les bornes que je me suis prescrites dans cet ouvrage.



AVIS

Concernant l'Appendice sur les tubes capillaires, & sur les causes de la fluidité & de la solidité des corps.

Appendice. Article I. Pl. II. Fig. 12, 13, 14, 15, & 16.

SI l'on est muni d'une lampe d'Emailleur, & qu'on la sache un peu manier, on préparera aisément soi-même tout ce qui est nécessaire pour les quatre expériences de cet article; sinon, pour s'en approvisionner, on profitera des courses que font perpétuellement les faiseurs de barometres, soit pour vendre leurs ouvrages, soit pour aller aux Verreries éloignées, chercher les verres dont ils ont besoin.

Pour connoître dans quel rapport sont les diametres de deux tubes capillaires, on y fera passer successivement la même quantité de mercure; si les longueurs que ce mercure remplit dans l'un & dans l'autre, sont égales entr'elles, c'est une preuve que les diametres sont égaux; s'il occupe dans l'un des deux, quatre fois

plus de longueur que dans l'autre, c'eſt une marque que celui-ci a le diametre double du premier; & s'il s'étend dans le plus petit, ſur une longueur neuf fois plus grande, vous concluerez que le diametre n'eſt que le tiers de celui du plus gros tube; en un mot les différences en diametre, ſeront comme les racines quarrées des longueurs, en ſuppoſant les tubes cylindriques. Et vous connoîtrez s'ils le ſont, en rempliſſant une portion de leur longueur avec du mercure, que vous ferez aller d'un bout à l'autre; car, s'il ne s'étend ni plus ni moins en longueur, dans un endroit que dans l'autre, c'eſt une marque, que le diametre du tube, eſt le même par-tout.

Si vous voulez faire voir que l'effet des tubes capillaires a lieu dans le vuide, vous en attacherez un ou pluſieurs ſur une petite bande de carton blanc, que vous ferez tenir au bout de la tige d'une boîte à cuirs; & quand vous aurez fait le vuide dans le récipient, vous pouſſerez la tige, pour faire toucher le bout inférieur des tubes, à la liqueur que vous au-

rez placée dans un petit gobelet sur la platine de la machine pneumatique.

Premiere Expérience.

Appendice Art. II. *Pl. II. Fig.* 18.

POUR faire tenir ensemble les deux corps *A* & *B* de cette expérience, vous ferez bien de les enduire avec une matiere grasse un peu plus épaisse que l'huile d'olives pure, avec un peu de suif, par exemple; & pour les faire descendre dans l'eau, sans risquer de casser le vase, comme cela pourroit arriver si la piece *B*, qui est fort lourde, venoit à glisser, vous prendrez deux bouts de fil longs d'une demi-aune, vous les nouerez ensemble au milieu de leur longueur, & vous les étendrez en croix sur une table, vous placerez les deux corps *A* & *B* unis l'un à l'autre, sur le milieu de la croisure, & ayant relevé les quatre bouts de fils que vous tiendrez réunis, vous ferez descendre les deux corps au fond du vase plein d'eau.

Quand vous les aurez retirés, vous les essuierez bien pour enlever exactement toute la matiere grasse, vous

les mouillerez pour les rejoindre, & vous les plongerez comme auparavant.

Seconde Expérience.

J'AI un peu changé l'appareil de cette expérience pour la rendre plus ſimple, & pour n'être plus en danger de caſſer les récipients, lorſque les corps polis viennent à ſe quitter dans le vuide.

Appendice Art. II. *Pl. II. Fig.* 19. & 20.

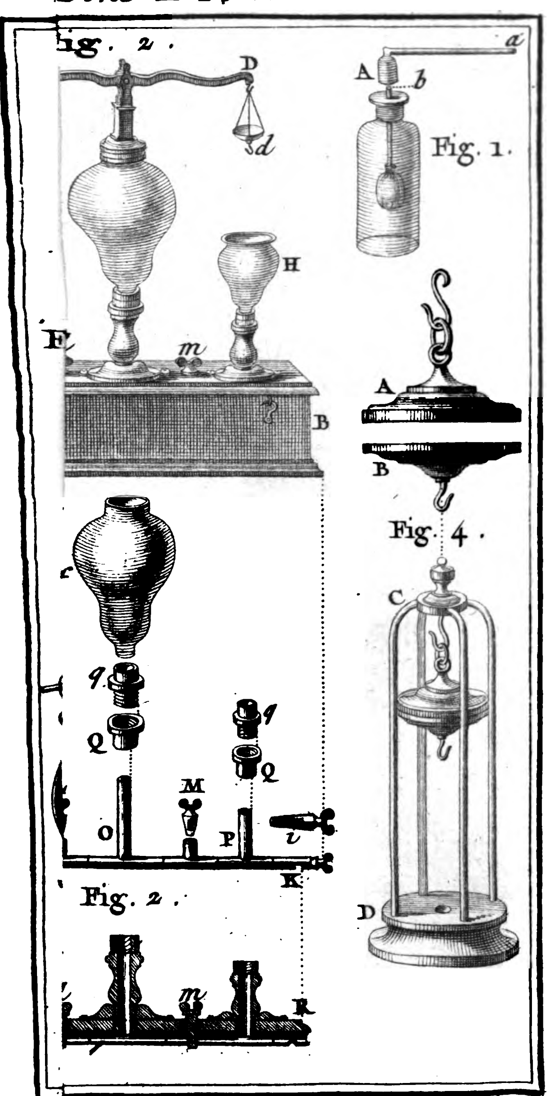
A, *B*, *Pl. XVI. Fig.* 4. ſont deux molettes, de deux pouces $\frac{1}{4}$ de diametre, que l'on fait fondre en cuivre ſur un modéle de bois; on les tourne enſuite, & l'on dreſſe à la régle les deux faces qui doivent ſe toucher: & pour que leur contact ſoit plus exact, on acheve de les dreſſer & de les doucir en les frottant avec du ſable & de l'eau ſur une plaque de métal bien plane ou ſur un morceau de glace de miroir.

La molette *A* porte, comme l'on voit, un bouton percé avec un anneau, & quand elle eſt jointe à la molette *B*, on ſuſpend l'une & l'autre ainſi aſſemblées, dans une eſpece de cage *C*, compoſée de quatre

montants qui s'élevent parallelement entr'eux, sur une base de bois tournée *D*, & qui sont courbés par en-haut pour s'assembler à vis dans un noyau couronné d'un petit vase.

La base *D* est percée au milieu, afin de pouvoir se poser à plat sur la platine de la machine pneumatique, sans que la vis excédente du centre l'en empêche; & les quatre montants, qui sont faits avec du gros fil de laiton, n'y sont qu'implantés, afin qu'on puisse quand on le veut, enlever la cage de dessus sa base. Le noyau d'assemblage, & le petit vase qui le couronne sont d'une seule piece de cuivre coulé, que l'on façonne au tour; il faut que les quatre montants embrassent les molettes sans les gêner, afin que quand on a fait le vuide, celle de dessous puisse tomber librement.

Si ces molettes sont bien dressées & bien doucies, en les joignant l'une à l'autre après les avoir mouillées, & les laissant ainsi unies, pendant un ou deux jours, on fera voir que leur adhérence est plus forte, qu'elle ne devroit l'être, si elle n'étoit causée que par la seule pression de l'air


Fig. 2.
D
d
H
E
m
B
a
A
b
Fig. 1.
A
B
Fig. 4.
C
D
c
q
Q
q
Q
M
O
P
i
K
Fig. 2.
m
R

-er : car elles ne se sépareront ans le vuide ; & dans l'air libre dra pour les séparer, employer oids plus grand que celui de la ne d'air qui répond à la molette bas. Pour cette expérience, il a ajouter un crochet de fer ou er sous la molette *B*.

la suite de ce que j'ai dit dans *Leçons de Physique*, touchant les es de la fluidité des corps, j'ai des exemples de *Coagulum* que pourrez exécuter, en consul- pour les drogues qu'il faut y em- -er, la seconde Partie de cet ou- -e, *Tome I*.



AVIS.

Concernant la NEUVIEME LEÇON.

Premiere & Deuxieme Expériences.

IX. LEÇON I. Sect. Pl. I. Fig. 7.

LES pieces indiquées dans la *Préparation* de cette expérience peuvent s'ajuster aux revers de la planche qui porte celle de la deuxieme expérience, *cinquieme Leçon* I. *Sect.* & dont j'ai fait mention *pag.* 148. il faudra seulement y percer vers les deux tiers de la hauteur, une rainure à jour qui s'étende d'environ cinq pouces de gauche à droite, ou de droite à gauche comme Q q, *Pl.* XVII. *Fig.* 1.

Le levier *N O*, a quinze pouces de longueur, il est fait d'une lame de fer ou d'acier poli, large de cinq lignes, avec une ligne & demie d'épaisseur, & il doit être calibré d'un bout à l'autre ; il porte à ses extrêmités deux trous fraisés, pour recevoir les poids qu'on veut y suspendre, & trois divisions, sçavoir, au

au quart, au tiers, & à la moitié de sa longueur.

Ce levier glisse dans une noix de cuivre *L*, garnie d'un ressort, afin que le frottement, soit plus fort & plus égal, & que le levier demeure comme fixé à l'endroit où on l'a arrêté. Sur la face supérieure de cette noix on a fait un trou évasé *M*, par lequel on peut appercevoir les points de division du levier, & au milieu des faces larges, il y a deux petites pointes d'acier, opposées l'une à l'autre dans la même ligne & sur lesquelles le levier tourne quand il est dans sa châsse.

La châsse est faite avec une lame de laiton pliée, comme *K*; elle est montée à vis sur un pied tourné qui a un pouce de longueur, avec une portée large, & un quarré qui glisse d'un bout à l'autre de la rainure Q *q*, & qui s'arrête où l'on veut, par le moyen d'une vis qui excède la partie quarrée, & qui est reçue par un écrou. Sous cet écrou on fera bien de mettre une rondelle tournée en goutte de suif, & enfilée sur la vis.

La châsse étant ainsi placée, on y

fait entrer, la noix *L M*, chargée du levier; l'une de ses pointes est reçue dans un trou de poinçon fait au bout du pied sur lequel la châsse est vissée, & l'autre par un pareil trou fait au bout d'une vis *k*, qui traverse l'autre branche de la châsse. Alors le levier se meut dans un plan parallele à celui de la planche, & qui en est distant de quinze à seize lignes.

Si l'on veut faire l'expérience avec un levier du premier genre, dont les deux bras soient égaux, il suffira de fixer la châsse au point *q*, & d'attacher aux deux bouts, les poids qui représentent, la puissance & la résistance. Mais si les deux bras du levier doivent être inégaux, avant que d'y appliquer la puissance & la résistance, il faudra 1°. faire avancer la châsse dans la rainure *q Q*, autant qu'on aura fait glisser le levier en sens contraire, dans la noix *L M*, afin qu'il réponde toujours à la partie *n o* de la planche : 2°. il faudra mettre le levier en équilibre avec lui même, en chargeant le plus court des deux bras ; ce qui se fera aisément avec un

curseur *i*, garni d'un crochet auquel on attachera un petit poids ; & qu'on fera avancer ou reculer. Ce curseur se fera avec une petite lame de laiton fort mince, qu'on pliera pour la faire tourner autour du levier, & dont les deux bouts ne seront point soudés, afin qu'ils fassent ressort en l'embrassant.

Si l'on veut mettre en expérience un levier du second ou du troisieme genre, on portera la châsse à l'extrémité Q de la rainure, & l'on fera agir la puissance par une poulie qu'on disposera comme je vais l'enseigner.

Faites une poulie *R*, de buis ou de quelqu'autre bois dur ; qu'elle soit fixée sur un axe d'acier ou de fer, terminé par deux pivots fort menus, bien ronds, & bien adoucis, avec deux portées qui empêchent que les faces de la poulie ne touchent à la chappe. Ajoutez-y une bride *S*, qui puisse glisser sur toute la longueur d'une lame de fer poli *Tt*, à-peu-près semblable au levier, & dont vous attacherez les deux bouts sur la planche avec des vis en bois, en interposant deux rondelles de quatre li-

gnes d'épaisseur ; le diametre de la poulie doit être mesuré de maniere, que le bout de la corde qui prendra le levier, monte d'à-plomb & parallelement à la planche.

Supposons maintenant que le levier soit du second genre, vous mettrez la noix *L*, (c'est-à-dire le point fixe) en *N*, & vous l'arrêterez au point Q de la rainure ; vous porterez la poulie au point *t* ; vous attacherez la corde *V* au bout O du levier, & vous le soutiendrez en mettant à l'autre bout *X* de la corde, le poids qui sera nécessaire. Après cela vous placerez la résistance, à telle division du levier qu'il vous plaira, & la puissance au crochet *x*, qui est au-dessous du bassin ou petit sceau.

Quand le levier sera du troisieme genre, vous amenerez la poulie, au-dessus du point de division, que vous aurez choisi sur le levier ; vous y attacherez la corde *V*, & vous chargerez le bassin *X*, pour le tenir en équilibre, & puis vous placerez la résistance au point *O*, & la puissance au crochet *x*. Les poids dont on

charge le levier, ſont fondus en plomb ou en cuivre, & tournés en forme de poire, comme *P*, avec un creux en-deſſous, au fond duquel eſt un anneau, comme on le peut voir par la coupe *p*. Cela eſt commode pour attacher pluſieurs poids les uns ſous les autres, car ils ont tous chacun un crochet. Il faut en avoir ſix, peſant chacun quatre onces, & ſix autres peſant chacun deux onces, attachés à deux portans, comme *F*.

On poura, ſi l'on veut, deſſiner ſur la planche quelques-uns des arcs que doivent décrire la puiſſance & la réſiſtance, leur poſition étant donnée, ſur tel ou tel levier. Il faut avoir en modeles, les machines les plus ſimples, qui ſe rapportent au levier, tels que le pied-de-chevre des Maçons, les rames des Bateliers, le couteau du Boulanger, la baſcule des Enfants, les différentes ſortes de pinces, de tenailles, de ciſeaux, &c.

On pourra joindre à tout cela, une petite machine avec laquelle on connoîtra ſi une perſonne a plus de force qu'une autre dans les doigts; *B C*, *Fig.* 2. eſt un petit cylindre de fer

ou d'acier bien poli, qui a deux pouces & demi de longueur, sur trois lignes de diametre. Au milieu de sa longueur est assemblé & rivé un gros fil de métal, long de neuf pouces, divisé par lignes, & sur lequel glisse à frottement une petite masse *D* de cuivre, qui pese environ trois onces. Il faut pincer le cylindre en *B* & en *C*, entre le pouce & l'index de chaque main, & tenir le levier qui porte la masse *D*, dans une situation horizontale; on voit bien que plus cette masse sera éloignée du cylindre, plus il faudra de force dans les doigts, pour la soûtenir dans cette position.

Troisiéme, quatriéme & cinquiéme Expériences.

IX. LEÇON. I. Section. *Pl. II. Fig.* 15, 16, & 17.

Le levier qu'on employe dans ces expériences, est semblable à celui des deux précédentes, hors qu'il est traversé au milieu de sa longueur par un axe long de deux pouces, & terminé par deux pivots tournés bien ronds & fort menus. Ces pivots sont reçus d'une part, dans une petite plaque de cuivre *A*, *Fig.* 3. & de l'au-

ſtre par une petite conſole *B*, qui eſt traverſée par une vis un peu forée au bout. Cet aſſemblage s'attache avec une ou deux vis, en-haut & au milieu de la planche qui eſt repréſentée par la figure 15. citée en marge, ſi l'on n'aime mieux la chantourner comme celle dont j'ai donné le contour par la *Fig.* 1. *Pl. XVI.* en ſupprimant la rainure à jour *Q q*.

Au lieu de faire porter la poulie, par une régle qui gliſſe dans une couliſſe, il ſera plus ſimple & plus commode que la corde comme *E F*, *E G*, faſſe des angles aigus avec le levier, & qu'il y ait au bas de la planche quelques trous pour y placer une poulie *K* ou *k*, qu'on fera tourner très-librement ſur l'extrêmité d'un petit pilier de métal. Le levier fixé au milieu de ſon axe, fera ſes mouvements dans un plan parallele à la ſurface antérieure de la planche : il faut que la gorge de la poulie ſoit à la même diſtance, afin que les poids ne touchent point, & que la corde qui vient du point *E*, ſoit comme le levier, parallele à la planche.

Figure 3. Vous tracerez ſur la planche, une ligne horizontale *D E*, qui ait la même longueur que le levier, & dont le milieu marqué par la lettre *C*, réponde juſtement à l'axe ſur lequel il ſe meut. Si le bras *C E*, a ſept pouces & demi de longueur, comme nous l'avons ſuppoſé, marquez le point *b* à ſix pouces, & le point *f*, à trois pouces du centre *C*: d'écrivez-les arcs *b d e*, & *f g h*, & menez les tangentes *E F*, *E G*, ſur leſquelles vous ferez tomber les perpendiculaires *C d*, *C g*, qui ſont les ſinus des angles *C E F*, *C E G*, & qui ſont double l'un de l'autre, parce que les deux rayons *b C*, *f C*, ſont dans le rapport de deux à un.

Appliquez enſuite le levier ſur ſa planche de maniere qu'il ſoit parallele à la ligne *D E*. Si les deux bras ſont bien égaux de longueur, à compter des points de ſuſpenſion au centre de mouvement *C*, ſi d'ailleurs ils ſont bien en équilibre entr'eux, en y ſuſpendant deux poids égaux, comme *E H*, *D L*, l'équilibre ſubſiſtera, ſoit que le levier reſte dans la poſition horizontale, ſoit qu'on l'incline.

Mais si le levier étant placé comme *D E*, on rend la corde *E H*, parallele à *E F*, par le moyen de la poulie *K* placée en *F*, le poid *I*, quoiqu'il soit le même qu'en *H*, ne suffira plus pour faire équilibre au poids *L*.

La corde restant comme *E F*, mettez un moindre poids en *L*, pour rétablir l'équilibre avec le poids *I*. Ensuite portez la poulie plus loin, de façon que la corde soit comme *E G*, & vous ferez voir, que pour entretenir l'équilibre avec le poids *L*, il faut doubler le poids *I*.

Manivelles simples, & coudées.

TOUT ce que j'ai dit touchant les manivelles se démontrera sensiblement, par le moyen des deux machines que je vais décrire. La premiere (*Fig. 4.*) est composée d'une planche chantournée qui a quatorze pouces de hauteur, élevée d'à-plomb sur un autre bout de planche qui lui sert de base, avec deux goussets par derriere pour maintenir l'assemblage. *A B C*, représente cette machine vue de face, & *a b c*, en est le profil. *d*,

IX. LEÇON. I. Sect. *Pl. III. Fig.* 20 & 21.

est une bobine, ou un petit treuil, dont l'axe est prolongé de part & d'autre, avec des pivots & des portées; d'un côté il est soutenu par une lame de métal *e* qui est coudée, & attachée au haut de la planche avec une vis. De l'autre côté le pivot est assez long pour traverser l'épaisseur de la planche, & se joindre à une manivelle *F G*, qui a trois pouces & demi de longueur. Pour diminuer le frottement, on a fait dans la planche, le trou un peu plus grand qu'il ne faut pour le passage du pivot, & l'on a noyé dans l'épaisseur du bois, une petite lame de métal percée juste à sa grosseur. Sur le bout de ce pivot qui est un peu gros, on à formé un quarré avec une portée, pour recevoir la manivelle, qu'on y retient par une goupille, ou par un écrou.

Au bout *g* de la manivelle, on a rivé une tige de fer *h*, qui a environ trois lignes de diametre sur deux pouces de longueur, le reste étant diminué de deux tiers & limé rond. Sur cette derniere partie on enfile une lame de métal ou de bois *k*, d'un pied de longueur, dont le bout est

percé comme il convient, pour y avoir un mouvement libre; & par-dessus, l'on chasse un peu à force, un manche de bois *i*, mais de maniere qu'il ne gêne point le mouvement de la lame *k*.

On attache au treuil une ganse fine, & au bout qui pend, un poids *p*, d'environ une livre. Ce poids agissant par un treuil, produit une résistance uniforme & constante; & si l'on méne la manivelle par la piece *K*, poussée ou tirée parallelement à elle-même, on s'appercevra bien, que la force qu'on y employe, n'est pas la même dans tous les points de la révolution.

Voici un modele propre à faire voir l'avantage des manivelles coudées: il faut choisir du fer bien doux, & qui ne soit point pailleux; en faire forger un barreau de trois lignes en quarré, sur dix-huit pouces de longueur, & le couder en douze endroits pour former trois especes d'étriers, comme *A B C*, *Fig.* 5, dont chacun ait un pouce & demi de profondeur, en observant que les parties *a b c d*, soient bien alignées. On poura, pour

plus de facilité, faire tous ces coudes dans un même plan ; mais quand ils seront faits, il faudra les disposer en tiers-point comme *D*, en tordant un peu les parties *a*, *b*, *c*, *d*, qui représentent l'axe des trois manivelles *A*, *B*, *C*.

Chaque manivelle, comme on voit, est composée de deux bras *L*, *L*, & d'une troisieme partie *E*, qui les lie, & par laquelle on les fait agir sur la résistance. Cette derniere partie dans notre modele n'a que neuf à dix lignes de longueur ; elle est ravalée au milieu, arrondie & bien adoucie pour recevoir un collet *F*, qui n'est autre chose qu'une petite lame de laiton, qui l'enveloppe ; & dont les deux bouts rejoints sont percés, pour y suspendre un poids avec un fil de métal.

Les trois manivelles ainsi préparées, sont placées sur deux montants *G*, *G*, chantournés, évidés comme *g*, & élevés d'à-plomb sur une base *H*, à six pouces de distance l'un de l'autre. Le haut de chaque montant est ouvert pour laisser descendre le pivot de l'axe *a d*, sur une petite pie-

ce de cuivre entaillée dans le bois, & creusée en demi-rond ; une pareille piece se met par-dessus, & le tout est recouvert d'une languette de bois qui entre à coulisse, & qui est retenue ensuite par une goupille. Le bout de l'axe *a*, porte une manivelle garnie d'un manche, avec laquelle on fait tourner les trois manivelles coudées, chargées de trois poids égaux. On peut remarquer alors que la résistance est uniforme pendant toute la révolution.

Sixieme & septieme Expériences.

IX. LEÇON. I. Section. Pl. III. Fig. 23 & 24.

ON suivra exactement pour ces deux expériences, ce que j'ai prescrit dans leurs *préparations* : dans celle de la sixieme, il y a une faute d'impression qui s'est glissée dans quelques Editions : *on suspend ensuite au poids C, &c.* il faut lire *au point C*. Au lieu d'ôter les deux petits poids *p*, *r*, il sera plus simple & plus commode d'attacher leur équivalent au poids qui est en *C*.

Les leviers qu'on emploie dans ces expériences, ne sont autre chose que des gros fils de fer, bien adou-

cis à la lime, & aux bouts desquels on forme des petits anneaux avec une pince ronde: si celui de la sixieme expérience a quinze pouces de longueur, on n'en donnera que douze à celui de la septieme.

Huitieme & neuvieme Expériences.

IX. Leçon. I. Sect. Pl. III. Fig. 25. & 26.

CONSULTEZ les figures citées en marge & la description que j'ai fait de la machine dont il s'agit; il suffira qu'elle ait un pied de hauteur, & que les leviers faits, comme je l'ai dit ci-dessus, avec du gros fil de fer, ayent douze à quinze pouces de longueur. La fourchette qui porte chacune des poulies doit être faite avec deux lames de métal assemblées sur une virole, dans laquelle on fait entrer le bout du pilier; & afin qu'il ne tourne point, la partie d'en-bas qui glisse dans la rainure, doit être platte, avec un bout de vis au-dessous pour être arrêté avec un écrou; c'est pourquoi la base doit être montée sur une parclose, qui l'éleve un peu.

Au lieu d'entailler le levier *F G*, en-dessous pour le placer sur le sup-

port *E E*, on poura enfiler ſur celui-ci un petit curſeur, qui porte en-deſſous, un anneau ou un crochet, dans lequel on fera paſſer le levier *F G*; cela ſera très commode pour trouver ſur l'un & ſur l'autre, l'endroit qui doit donner l'équilibre que l'on cherche. Ce curſeur ſera fait, ſi l'on veut avec un fil de laiton gros comme une épingle, qu'on tournera deux ou trois fois ſur le ſupport *E E*, & dont le bout ſera tourné en forme d'anneau, avec une pince ronde.

Les Balances.

ON conſultera pour la conſtruction des balances, ce que j'en ai dit dans les *Leçons de Phyſique*, & les figures citées en marge; on fera bien d'en avoir des deux eſpeces, & de différentes grandeurs, & de les monter ſur des ſupports qui les rendent commodes dans l'uſage. *Voyez les Fig. 28 & 33.* citées en marge.

IX. LEÇON. I. Section. *Pl. III & IV. Fig. 28, 29, 30, 31, 32, & 33.*

Pour faire entendre comment une balance ordinaire peut être fauſſe, quoiquelle ſoit bien en équilibre, quand les baſſins ſont vuides; il faut

en avoir une faite exprès, dont le fléau ait un de ſes bras d'une ligne ou deux plus court que l'autre ; cette inégalité ne ſera point apparente aux yeux : mais elle empêchera à coup ſûr, que les baſſins ne conſervent leur équilibre, ſi on les charge de deux poids égaux.

Je me ſers de la petite machine que je vais décrire, pour juſtifier les obſervations que j'ai faites, ſur la ſuſpenſion du fléau & ſur celle des baſſins. *A B*, *Fig.* 6. eſt une lame de cuivre, longue d'un pied & large d'un pouce & demi au milieu, ayant à ſes extrêmités deux trous à jour & fraiſés, de quatre lignes de diamétre, & à égales diſtances d'un troiſieme beaucoup plus petit, qui eſt au centre de gravité de la piece ; de ſorte que quand elle eſt enfilée par là ſur une épingle, ou ſur une aiguille à coudre, elle demeure en équilibre avec elle-même, ſoit qu'on la place horizontalement, ſoit qu'on l'incline: à huit lignes de diſtance, au-deſſus de ce trou *c*, il y en a un autre *d*, tout-à-fait ſemblable, & qui eſt com-
me

me lui, à égales distances des centres de ceux qui sont en *A* & en *B*.

Pour porter cette espece de fléau, j'ai fait faire un pied tourné *D*, surmonté d'une regle de bois, avec une aiguille qu'on voit en *E*, & qui a une portée pour empêcher, qu'il ne touche la regle. J'ai même augmenté l'épaisseur du cuivre, par deux petits canons rivés aux endroits où sont percés les trous *c* & *d*, afin que la piece en tournant ne sorte point du plan dans lequel elle est.

J'ai déja dit que le fléau *A B*, suspendu par son centre de gravité *c*, se tient par son équilibre dans toutes les situations où on le met; il n'en est pas de même, si l'on fait passer l'aiguille de suspension, par le trou qui est au-dessus, car alors si on l'incline & qu'on le laisse aller, il fait plusieurs oscillations avant de s'arrêter, & enfin il s'arrête dans la situation horizontale, ce qui prouve qu'il n'est en équilibre avec lui-même que dans cette position, & qu'il faut employer une certaine force, pour l'en faire sortir.

Après cela je remets l'aiguille dans

le trou *c*, & j'accroche deux poids parfaitement égaux en *A* & en *B*, l'équilibre subsiste, tant que le fléau est horizontal; mais dès que je l'incline d'une certaine quantité, il trébuche tout-à-fait, & ne revient point, parce que les trous *A* & *B*, qui sont un peu grands, font approcher l'un des poids du centre de mouvement, & reculer l'autre d'autant, ce qui rompt immanquablement l'équilibre.

LES POULIES.

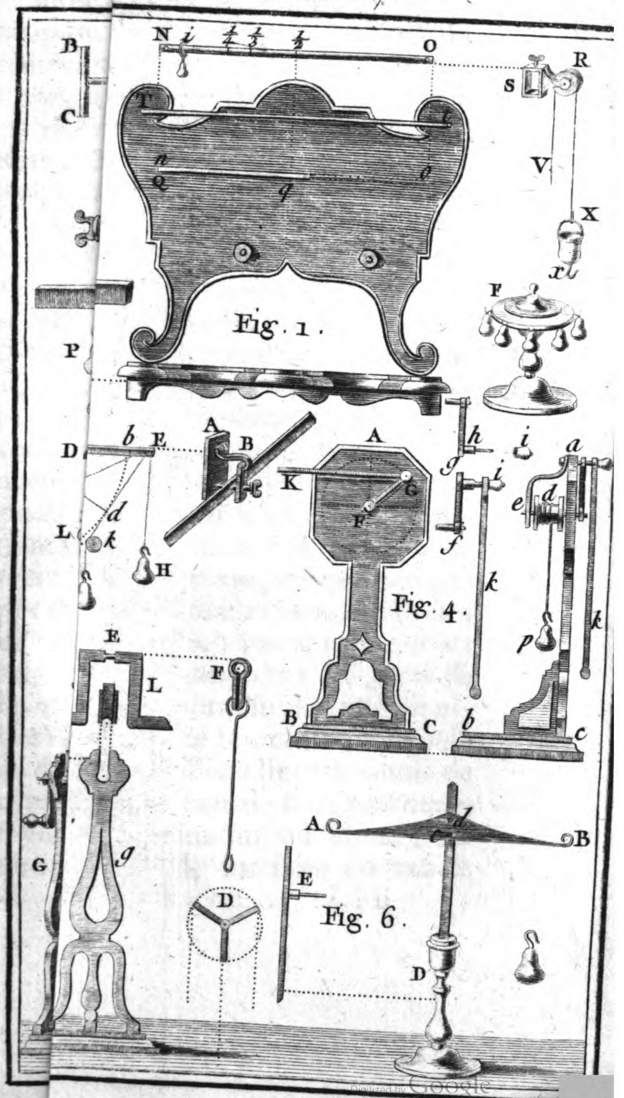
Dixieme Expérience.

IX. LEÇON. I. Section. *Pl. IV. Fig.* 26.

LES centres de la poulie & du levier angulaire sont à dix pouces de distance l'un de l'autre, & tous deux sont élevés de quatorze pouces au-dessus de la tablette sur laquelle sont fixés les deux piliers.

La poulie est de cuivre, elle a sept pouces de diametre, & elle est à jour avec huit rayons, comme la figure citée en marge la représente; il en faut plusieurs de cette grandeur pour les expériences suivantes; le mieux sera de les faire fondre sur

...vis. Tome II. Pl. 17.



ıéle que l'on préparera avec du
ıu avec du plomb, & dont on
a toutes les parties un peu plus
, à cause des diminutions, qu'el-
ıivent souffrir à la fonte, au
& par la lime.

poulie doit être tournée sur
xe, ou sur une broche de fer
ronde, dont il prendra la place,
s avoir été tourné séparément;
cevra la poulie sur une assiette;
sera rivé, comme cela se pratique
: les roues dans l'Horlogerie. Cet
doit avoir deux pivots bien
ls, bien menus & bien polis,
: des portées qui empêchent la
lie de toucher la chappe en tour-
t. Cette chappe peut être faite avec
x lames de cuivre, pliées d'équerre
en-bas, & arêtées l'une sur l'autre
s cette partie, par une vis qui les
ıche en même-temps au fond de
ıirole qui entre sur le bout du pi-
: la gorge de la poulie est creusée
demi-rond d'une ligne & demie de
ımetre; au lieu de faire tourner le
ıier angulaire sur un cloud, on
a mieux, de lui faire un axe &

de lui préparer une chappe semblable à celle de la poulie.

Avant d'appliquer au levier angulaire & à la poulie, les poids qui représentent la puissance & la résistance, on doit penser que le bras *D* ou *d*, ajoute son poids à celui qu'on met au bout du cordon, & qu'il faut contre-balancer cette augmentation, en mettant l'équivalent, sur le cordon *A P*, ou *B R*.

Onzieme Expérience.

IX. LEÇON. I. Section. *Pl. IV. Fig.* 37.

POUR avoir les trois poulies concentriques de cette expérience, on en peut prendre une semblable à celle de l'expérience précédente, dont on tiendra l'axe plus long d'un côté seulement, pour recevoir les deux autres poulies, qu'on fera d'une même piece, avec quelque bois dur, & qu'on fixera sur quatre rayons de la grande avec des petits clous rivés. Il faudra qu'une des joues de la chappe soit coudée pour embrasser les deux poulies de bois; & que chacune des trois ait son cordon attaché par un bout à un point de sa circonfé-

rence : outre cela il faudra un cordon libre garni de deux poids égaux, pour le placer sur celle des poulies, qu'on voudra.

Douzieme Expérience.

LES petites boucles de métal dans lesquelles tourne l'axe de la poulie, sont faites avec du fil de laiton tourné en huit de chiffre : dans l'un des deux anneaux on fait passer le cordon, & l'autre embrasse l'axe, qui est creusé en gorge de poulie, pour empêcher qu'il ne glisse d'un côté ou de l'autre. Le reste est suffisamment indiqué par la figure citée en marge, & par l'explication qui l'accompagne.

IX. LEÇON. I. *Section.* *Pl. IV. Fig.* 38.

A la suite de cette expérience, je propose un moyen d'entretenir en équilibre, deux forces dont l'une soit constante, tandis que l'autre s'affoiblit, ou devient plus grande ; j'exécute cela par une machine, qu'on pourra imiter de la maniere qui suit.

Elle consiste en une espece de poulie *A*, *Pl. XVIII. Fig.* 1. dont la gorge suit une ligne spirale, & au

milieu de laquelle est fixé un barillet garni d'un ressort, comme ceux des pendules ou des montres : le bout de son axe, après avoir traversé l'épaisseur de la poulie, s'attache à une lame de cuivre *B*, qui tourne comme la branche d'un compas au haut de la tige d'un pied à patte *C*, afin qu'en l'inclinant on puisse faire descendre le poids *D* librement, & sans que la corde touche, ni à la patte du support, ni à la table au bord de laquelle on l'assujettit, avec une vis ou autrement.

La poulie est faite d'un morceau de planche de noyer, de poirier, ou de quelqu'autre bois ferme, d'une densité uniforme & qui se coupe proprement; en l'arrondissant & en dressant les faces sur le tour, on lui laissera cinq pouces de diametre & dix lignes d'épaisseur au milieu, sur une espace *a b*, de vingt-deux lignes, que l'on creusera un peu pour y faire entrer une partie du barillet, le reste sera abattu en pente comme *b c*.

Pour tracer la gorge en spirale; vous diviserez l'espace *b c*, qui est de vingt-trois lignes, en quatre parties

égales par trois cercles concentriques comme on le peut voir en *d e* : ces cercles peuvent se tracer sur le tour avec un crayon ou avec la pointe du burin : divisez ensuite ces quatre espaces circulaires en autant de parties égales qu'ils vous plaira (en huit si vous voulez) par des lignes tendant au centre comme *d e*, &c. & chaque espace en huit autres parties égales, que vous marquerez par des points. Cela étant fait vous ménerez une ligne qui commençant au point *d*, aille passer par la premiere division du rayon qui suit immédiatement, ensuite sur le second point du suivant, sur le troisieme de celui d'après, &c. ce qui la fera parvenir au point *h* : continuez-la de même dans le second, dans le troisieme & dans le quatrieme espace circulaire, elle viendra passer en *g*, en *f*, & finir en *e*. Coupez le bois quarrément sur cette ligne, comme il est indiqué par *a g*, & vous y creuserez avec une queue de rat, ou avec une petite écouane faite exprès, une gorge demi-ronde, d'une bonne ligne de profondeur sur autant de largeur : peu importe que cette gorge

en ſpirale commençant au point *d*, tourne à droite ou à gauche ; mais en plaçant le reſſort dans le barillet, il faut avoir attention que ſes ſpires tournent en ſens contraire de celles que vous aurez faites ſur le bois.

Le barillet aura un pouce & demi de diametre, & huit lignes de hauteur ; il entrera, comme je l'ai dit, dans le bois, de toute l'épaiſſeur de ſon fond, ainſi que deux petites oreilles qu'on y réſervera & par leſquelles on l'arrêtera avec deux vis à têtes perdues *i i*, qui les prendront par derriere.

Je ne m'arrête point à donner la conſtruction du barillet, on tirera cette piece des mains d'un Horloger, ou bien on la cherchera de hazard, dans les débris des vieiles pendules, que vendent les Brocanteurs de ferrailles ; & s'il ne ſe rencontre pas avec les mêmes dimenſions que j'ai preſcrites, on aſſujettira le reſte de la machine à celles qu'il aura.

La piece qui entre dans le drageoir, pourra être à jour, afin de laiſſer voir le jeu du reſſort ; & on la retiendra par une goupille qui traverſera,

verſera, le bout de l'axe. L'autre bout de cet axe entrera quarrément dans la lame de laiton *B*, dont j'ai parlé, & y ſera retenu par un écrou: & l'on aura l'attention de ménager un petit eſpace entre cette lame & la face poſtérieure de la poulie, afin que celle-ci ne la frotte point en tournant.

Le bout de la lame *B*, plus large que le reſte & arrondi circulairement, tournera daus une piece de cuivre de fonte, figurée de même, & fendue pour la recevoir; mais de maniere que la lame de cuivre ne puiſſe s'incliner que de quarante ou quarante-cinq degrés tout au plus. Ce mouvement ſe fera, non ſur un ſimple clou rivé, mais ſur une vis, qui n'aura que trois ou quatre filets, & dont l'écrou ſera une rondelle tournée en roſette ou en goutte de ſuif, qui la recevra quand elle aura traverſé les deux joues & la piece mobile *B*. On fera bien de mettre une pareille roſette ſous la tête de la vis; & afin que celle qui ſert d'écrou ne puiſſe point tourner, on y rivera deux petits pieds, qui entreront d'une demi ligne, dans

la joue sur laquelle elle sera appliquée.

Cet assemblage sera monté sur le fond d'une virole *L*, dans laquelle on fera entrer la tige *C* du support. Enfin on attachera en *A*, où commence la gorge de la poulie, une ganse fine de soie, au bout de laquelle on puisse attacher un poids comme *D*. Enveloppez ce cordon sur toute la gorge en allant de la circonférence au centre; faites faire un tour entier à la poulie, pour donner de la bande au ressort, & mettez un poids *D*, qui suffise à peine pour empêcher la poulie de retourner en arriere; quand le poids sera ainsi réglé, faites le descendre davantage, & ensuite encore plus, en tirant un peu le cordon avec la main; par-tout où vous l'arrêterez, il sera en équilibre avec le ressort, parce qu'il agit par des rayons de plus en plus longs, à mesure que le ressort prend plus de bande par le mouvement de la poulie.

Voilà ce qui arrivera, si le ressort est bien fait, & qu'il ait sa ongueur ordinaire; mais si vous avez lieu de vous en défier, au lieu de vous y

prendre comme je l'ai dit plus haut pour tracer la ſpirale, voici comme il faudra que vous faſſiez.

Au lieu de la poulie *A*, vous préparerez une molette de bois, de deux pouces de diametre & de dix lignes d'épaiſſeur, à laquelle vous ajuſterez un petit levier *k l*, de deux pouces & quelques lignes de longueur. Vous attacherez le barillet à la molette comme on l'attache à la poulie, & vous y joindrez la lame *B*, avec ſon pied; vous ferez faire un tour au barillet pour donner de la bande au reſſort, & vous mettrez en *k*, un poids capable de le retenir dans l'état d'équilibre. Vous ferez faire un ſecond tour au barillet; vous reculerez le poids en allant vers *l*, juſqu'à ce qu'il faſſe un effort égal à celui du reſſort, & vous marquerez la place de ſon crochet : vous ferez faire encore un tour au barillet, & vous ferez auſſi avancer le poids autant qu'il le faudra pour empêcher le barillet de retourner en arriere; vous répéterez la même épreuve encore une fois, & vous aurez ſur le levier *k l*, des marques ſur leſquelles vous

réglerez les espaces circulaires entre *d* & *e*, sans vous embarrasser s'ils sont égaux ou non ; vous procéderez pour le reste comme je l'ai dit ci-devant, à moins que pour une plus grande régularité, vous n'aimiez mieux mettre quatre leviers en croix au lieu d'un, & tâter avec le poids, l'effort du ressort à chaque quart de sa révolution ; alors, non-seulement vous aurez la largeur des espaces circulaires correspondante à l'accroissement de la force du ressort, pour chacune de ces révolutions, mais vous aurez encore la division convenable à chaque espace.

Treizieme Expérience.

IX. LEÇON. I. Sect. *Pl. V. Fig.* 41.

ON fera cette expérience encore plus commodément, en la préparant comme il suit.

A, *Fig.* 2. est une poulie de bois mince, qui a trois pouces & demi de diametre, & qui est évidée, pour être plus légere ; les deux pivots de son axe portent une bride de laiton *B*, au bas de laquelle il y a une boucle pour accrocher un ou plusieurs poids. *C*, *D*, sont deux piliers de bois éle-

vés d'à-plomb sur une base commune ; ils ont chacun un pied de hauteur, & sont à dix pouces de distance l'un de l'autre. Le pilier *D*, porte une potence de métal à laquelle est attachée une ganse de soie, qui descend d'àplomb pour embrasser la poulie, & qui remonte de même, pour s'attacher au bout d'un fléau de fer poli très-mobile, qui a son centre de mouvement entre deux lames de cuivre assemblées sur une virole de même métal, & portée par le pilier *C*.

Il faut commencer par mettre en *f*, un petit poids qui fasse équilibre à la poulie & à la bride dont son axe est chargé; après cela, si l'on attache en *B* deux poids égaux, un troisieme égal à l'un des deux, ajouté en *f*, fera subsister l'équilibre.

Si l'on veut que les deux bouts de la corde, au lieu d'être paralleles entr'eux, prennent des directions obliques, on fera tourner les viroles sur le bout des piliers; alors le bout *E* du fléau, & celui de la potence *G*, où est le point fixe, s'écarteront l'un de l'autre, & feront sortir de part

& d'autre la corde hors de son à-plomb.

Si l'on exécute les poulies mouflées en modeles, il faut les faire de buis ou d'yvoire plûtôt que de métal ; afin qu'elles soient plus légéres : on pourra même dans cette vue les évider par compartiments, & il suffira qu'elles aient depuis un pouce, jusqu'à deux de diametre. Il faut que l'axe soit fixé à la poulie, que les pivots soient menus, que chacun d'eux ait une portée qui empêche la poulie de frotter contre sa chappe : enfin, avant que de mettre en opposition le petit poids contre le grand, on n'oubliera pas de mettre les moufles en équilibre avec quelque poids, qui ne sera point compté comme faisant partie de la puissance.

Les Roues.

IX. LEÇON. I. Sect. *Pl. VI. Fig.* 45, 46 & 47.

On trouvera dans la machine que je vais décrire, de quoi démontrer tout ce que j'ai dit au sujet des roues dont les axes ne font que tourner.

A B, *C D*, *Fig.* 3. sont deux montants qui ont chacun neuf pouces de hauteur ; ils sont assemblés parallele-

ment, laissant entr'eux un intervalle de quinze lignes; par en-bas ils sont pliés d'équerre, & appliqués l'un sur l'autre avec une vis qui les traverse, & qui les attache sur un plateau de bois tourné. Par en-haut, ils sont assemblés avec un petit barreau de cuivre tourné & deux vis. Ces montants sont faits de deux lames de laiton chantournées & évidées, comme on le peut voir par *a b*, qui en représente un vû de face.

Cette espèce de cage contient deux roues *E*, *F*, & un pignon *G*. La plus grande des deux roues a cinq pouces & demi de diametre, quatre-vingt-seize dents de champ, & autant de chevilles paralleles à son axe. La petite roue *F*, plus épaisse que la précédente, a seize dents & se mene avec une manivelle *H*. Le pignon a huit aîles ou fuseaux qui s'engrainent avec les chevilles de la grande roue: son pivot tourne sur une piece *I*, attachée à l'un des montants avec une vis *L*, & la tige à laquelle on a réservé une portée, passe à travers le barreau & reçoit sur un quarré, la croix *M*, qui est montée sur un petit ca-

non percé convenablement pour s'y ajuſter.

L'axe de la grande roue, prolongé de quelques lignes au de-là du montant *CD*, & limé quarrément avec une portée, eſt chargé d'une aiguille *N*, retenue par une goupille ; & l'on a eu l'attention en aſſemblant toutes ces pieces dans la cage, de tenir la manivelle *H*, dans une direction parallele à celle de l'aiguille *N*. Afin qu'on puiſſe appercevoir plus aiſément le rapport des vîteſſes des deux roues *E*, *F*.

IX. LEÇON. I. Section. *Pl. VI. Fig.* 46 & 47.

SI l'on veut prouver par une expérience, que les grandes roues, aux voitures, ſont plus avantageuſes que les petites, pour vaincre les inégalités du terrein, on fera un petit modele de charriot, dont les roues de derriere ſoient d'un bon tiers plus grandes en diametre que celles du devant ; on le placera ſur une table, où ſur une planche de niveau, qui ait trois ou quatre pieds de longueur, & ſur laquelle on aura attaché de diſtance en diſtance des taſſeaux, qui la traverſent; on le fera tirer par un poids, & une corde qui paſſe ſur

une poulie placée au bord de la table : le charriot étant chargé de quelques morceaux de pierre ou de métal, si le poids qui est au bout de la corde suffit à peine, pour faire passer les grandes roues par-dessus les tasseaux, on fera voir qu'il n'est point assez fort & qu'il faut l'augmenter pour y faire passer les petites.

Treuil, Cabestan, Grue, &c.

On trouve par-tout les machines dont il est ici question, & des ouvriers capables de les exécuter en modeles ; l'inspection même des figures citées en marge, suffira pour guider une personne un peu accoutumée à manier les outils des Menuisiers, & qui voudra se donner la peine de les faire elle-même ; elle poura y joindre le treuil à grande roue qui est tant en usage dans les carrieres ; & la chevre, qui est plus portative que la grande grue, & par cette raison, préférable dans bien des occasions.

IX. LEÇON. I. Section. *Pl. VI. Fig.* 48, 49, 50 & 51.

A propos de la chevre, en voici une, qui a été présentée depuis peu d'années, & accueillie plus qu'elle

ne le méritoit : si l'on veut l'exécuter en petit, elle servira très-bien à montrer ce que les frottements peuvent occasionner dans la machines.

A, *B*, *C*, *Fig.* 4. sont trois montants inclinés entr'eux, qui ont chacun trois pieds de longueur, & qui sont assemblés par deux traverses *D*, *E*, & un boulon de fer *Ff*, avec une clavette. Cet assemblage se démonte pour rendre la machine plus portative, & pour cet effet les traverses sont arrêtées par des chevilles de fer, qu'on peut repousser. *G g*, est un treuil dont la moitié est plus grosse que l'autre, dans le rapport de trois à deux, & dont les pivots qui sont de bois & gros, tournent dans deux pieces *h*, *h*, qui montent d'à-plomb; ces deux pieces sont percées comme *H* : par en-bas elles entrent sur la traverse *D* qui est ronde, & par en-haut elles sont attachées avec des boulons de fer & des clavettes. Au boulon d'en-haut *F*, sont attachées deux poulies de renvoi qui sont de métal, & dont les axes sont fort gros, pour avoir une force suffisante : chacune

des chappes tient à un gros piton *I*, ſur lequel elle tourne pour ſe prêter à la direction de la corde.

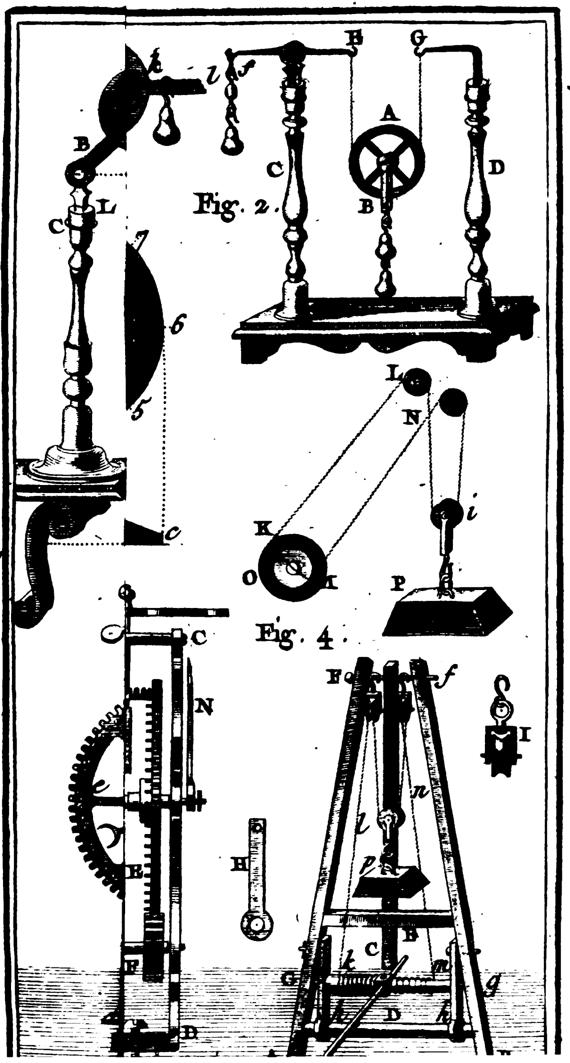
Dans le modele même, la corde eſt de chanvre, & elle a aumoins trois lignes de diametre: on la fait paſſer par un trou qui traverſe le treuil diamétralement au milieu de ſa longueur, & on l'enveloppe de part & d'autre, de maniere qu'elle ſorte du treuil comme *K L* & *M N*, pour aller paſſer ſur les deux poulies de renvoi, & delà ſe joindre ſous la poulie moufflée *i* à laquelle eſt attaché le poids, qui repréſente la réſiſtance.

On voit par cette diſpoſition, que ſi l'on fait tourner le treuil de *K* en *O*, le poids *P* doit monter; car le gros treuil tirera plus de corde que le petit n'en pourra céder, ſuivant la différence des deux diametres; mais comme cette corde ſans fin, tire le poids par une poulie qui eſt moufflée, ſi le rayon qui répond à la corde *K*, eſt à celui d'où part la corde *M*, comme trois à deux, cet excès qui eſt d'un $\frac{1}{3}$ ne produira qu'un $\frac{1}{6}$; c'eſt-à-dire, que ſi le poids, devoit monter d'un pied, parce que

la corde *K L*, va d'un tiers plus vite que *MN*, il ne montera que de six pouces, à cause de la poulie mouflée, qui est un levier du second genre.

Ce qu'on a le plus admiré, & fait valoir dans cette invention, c'est que quand on a mis le poids en l'air, il y reste, sans qu'on soit obligé de retenir le treuil; sur-tout s'il est considérable, comme de quarante ou cinquante livres. Mais ce qui produit cet effet, c'est le frottement du treuil & celui des poulies, joint à la roideur de la corde; & toutes ces résistances agissant également dans un sens comme dans l'autre, s'opposent autant au mouvement du treuil qui doit faire monter le poids, qu'à celui qui peut le faire descendre; & puisqu'elles suffisent pour empêcher sa chûte, n'est-il pas évident qu'il faudra commencer par les vaincre, quand on voudra le faire monter?

Si l'on veut diminuer considérablement le frottement du treuil, & celui des poulies, en faisant les pivots de métal & très-menus, & si l'on substitue à la corde de chanvre


Fig. 2.
Fig. 4.
A
B
C
D
E
G
L
K
N
O
P
i
l
f
6
5
7
N
E
F
H
I
n
p
k
m
g
h
D
c

une petite ganse de soie très-souple, l'expérience fera voir, qu'un poids de cinq ou six livres retombera, quand on l'aura mis en l'air, à moins qu'on ne retienne le treuil.

Premiere Expérience.

J'AI fait à la machine du plan incliné représentée par la figure citée en marge, quelques améliorations, qui en rendent l'usage plus facile, & au moyen desquelles on peut faire l'expérience plus complette.

IX. LEÇON. II. Section. *Pl. VII. Fig.* 1 & 2.

1°. Au lieu de donner quinze pouces de longueur à la tablette *A C*, il faut lui en donner dix-huit, & les marquer sur son épaisseur. 2°. non-seulement il faut l'ouvrir par en-haut sur sa largeur, pour recevoir le quart de cercle, mais les deux joues qui l'embrassent doivent excéder d'un demi-pouce, & s'assembler avec deux goupilles dans une petite piece de bois platte, qui forme un quatrieme côté au trou quarré dans lequel glisse le quart de cercle. 3°. Je place sous cette piece, ou à la partie de la tablette qui touche au quart de cercle par-dessous, une lame de métal fai-

ſant reſſort, au moyen de laquelle le plan *A C*, demeure comme fixé au degré d'inclinaiſon qu'on lui donne.

Le cylindre *D* a deux pouces & demi de diametre, & il eſt d'une longueur égale à la largeur de la tablette *A C*. Je regle ſon poids à douze onces, y compris celui de la bride dans laquelle il tourne; afin qu'on puiſſe faire ſervir les poids de cuivre dont j'ai fait mention ci-devant *pag.* 389. & qui peſent chacun quatre onces. Pour donner au cylindre, qui eſt de bois, le poids de douze onces, j'y forme une cavité concentrique à ſon axe, dans laquelle je coule la quantité de plomb néceſſaire, & j'achéve de la fermer avec un tampon de bois collé; je ſuppoſe que la piece ainſi préparée, eſt un peu plus peſante qu'il ne faut; je la remets ſur le tour pour ôter un peu de bois, & je l'amene à ne peſer que douze onces, lorſqu'elle eſt montée dans ſa bride. Cette bride n'eſt autre choſe qu'une petite lame de cuivre, pliée d'équerre par les deux bouts, avec deux vis terminées en pointes entre leſquelles le cylindre tourne librement. La par-

tie de la bride, qui eſt parallele à la longueur du cylindre, eſt garnie de deux petites boucles où s'attachent les cordons.

La piece de métal qui porte les deux poulies de renvoi, eſt une lame de quatre pouces de longueur, & auſſi large que le quart de cercle eſt épais ; elle eſt pliée quarrément au milieu de ſa longueur pour embraſſer la partie de la tablette *A C*, qui recouvre le quart de cercle, & elle s'attache par deux pieds rivés à ſes extrêmités, & qu'on fait entrer un peu à force, dans des trous diſpoſés pour cela, ſur l'épaiſſeur du quart de cercle. Sur cette partie du milieu qui eſt élevée quarrément, eſt attachée une traverſe qui porte les deux poulies de renvoi, qui doivent être très-mobiles; leur grandeur & leur écartement, doivent être réglés de façon, que les cordons qui viennent du cylindre à elles, ſoient toujours paralleles entr'eux, & au plan incliné, quand on veut que les poids aient tout l'effet qu'ils peuvent avoir. Pour la premiere expérience on employera deux poids de quatre onces chacun.

Avec la machine préparée comme je viens de le dire, on pourra faire une ſeconde expérience par laquelle on prouvera, que la puiſſance qu'on fait agir avec un plan incliné, eſt à la réſiſtance dans le cas d'équilibre, comme la hauteur de ce plan eſt à ſa longueur.

Car ayant élevé de douze pouces, l'extrêmité *A* du *plan incliné* qui a dix-huit pouces de longueur, il ne faudra que deux poids de quatre onces chacun, pour tenir le rouleau *D* en équilibre; & l'on produira le même effet avec un ſeul de ces deux poids, ſi l'on abaiſſe le plan incliné, de maniere que le bout d'en-haut, ne ſoit élevé que de ſix pouces au-deſſus de la tablette horizontale qui ſert de baſe à la machine : pour faire agir le poids de quatre onces dans ce dernier cas, il faut employer deux poids qui peſent chacun deux onces, afin que les cordons conſervent leur parallélisme.

Pl. VI. Fig 3 & 4. Dans les *applications* qui ſuivent la premiere expérience, il eſt fait mention d'une machine, qui à beſoin d'être un peu plus expliquée : le ſolide

lide *A*, composé de deux cônes joints par leurs bases, peut se faire d'une seule piece sur le tour avec un morceau de bois léger bien sec & sans nœuds : mais comme il doit avoir un peu plus d'un pied de longueur & six pouces au moins de diametre au milieu, quelque bois qu'on puisse choisir, ce sera toujours une piece lourde, & sujette à se fendre : j'ai mieux aimé le bâtir de la maniere suivante.

A B, *Fig.* 1. *Pl. XIX*, est un cylindre de bois de tilleul ou d'aulne qui a quatorze à quinze pouces de longueur, & qui est d'abord partout d'un pouce & demi de diametre comme en *A*. J'enfile, & j'arrête avec deux chevilles, un morceau de planche de noyer tourné en rond, de six pouces de diametre, avec une languette au milieu de deux feuillures, comme on le peut voir en *C* & en *D*. Je diminue la grosseur du cylindre, sur une longueur de quatre pouces & demi de part & d'autre, & pour former les deux cônes, je prépare des petites douves triangulaires & courbes sur leur largeur, que j'assem-

ble à plats joints avec de la colle-forte, & que j'arrête de même dans les feuillures de la piece *C D*, & sur les deux bouts ravalés du cylindre, vers *A* & vers *B*. Et quand la colle est seche, je remets la piece sur le tour pour l'achever, comme *a b*, en réservant, ou en ajoutant deux petits boutons aux extrêmités, pour la manier plus commodément.

Les deux regles *E F*, *E G*, sur lesquelles je place le double cône, ont quinze à seize pouces de longueur: elles sont portées par des piliers *I*, *I*, de quatre pouces de hauteur, élevés d'à-plomb sur un double *T*, comme on le peut voir par la figure; chacun des piliers, comme *I*, est ouvert par en-haut pour recevoir la regle; & par en-bas, le tenon après avoir traversé l'épaisseur du bâtis, reçoit un bouton qui s'arrête dessus avec une goupille; la regle s'arrête de même dans la partie qui la reçoit, de maniere qu'elle a deux mouvemens, elle tourne avec le pilier qui la porte pour s'écarter ou s'approcher de sa pareille, & l'une & l'autre peuvent s'incliner de haut

en-bas. Les deux autres piliers *H*, *H*, ſont auſſi garnis de boutons par-deſſous ; mais on peut les arrêter à demeure, parce qu'il n'eſt jamais néceſſaire de les faire tourner.

Par cette diſpoſition, on voit que les deux regles peuvent ſe mettre paralleles entr'elles & de niveau, & qu'elles peuvent auſſi ſe joindre en *E*, en s'inclinant au plan horizontal; dans ce dernier cas, elles ſe joignent enſemble par une goupille qu'on fait paſſer dans une charniere dont elles ſont garnies.

Pour mettre cette machine en expérience, on fait voir d'abord, que le double cône demeure immobile partout où on le place ſur les deux regles, quand elles ſont paralleles & de niveau, parce qu'alors le centre de gravité eſt ſoutenu ; enſuite on incline les regles, comme *E F G*, & l'on fait remarquer, qu'il ſe porte en roulant, de l'endroit le plus bas vers l'endroit le plus élevé, par la raiſon contraire.

VOICI encore une machine avec laquelle on démontre, qu'un corps dont le centre de gravité n'eſt point

appuyé, se meut du côté où ce centre porte à faux, fût-il obligé pour cela de remonter un plan incliné.

K, *Fig.* 2. est un corps orbiculaire d'une matiere légére, dans lequel on a fait entrer un morceau de plomb, vers sa circonférence, de sorte que le centre de gravité, n'est plus au centre de la figure : *lorsque* ce corps est placé sur un plan fort incliné, comme *L M*, & que le centre de gravité se trouve entre les deux lignes verticales *o o*, *p p*, il ne manque pas de rouler vers *L*, jusqu'à ce qu'il ait pris une situation avec laquelle son centre de gravité soit appuyé.

Il est bon que le corps orbiculaire *K*, soit un peu grand afin qu'il chemine davantage ; qu'il soit d'une matiere légére, afin que le plomb attaché à sa circonférence, lui procure un centre de gravité fort éloigné du centre de sa figure : enfin il faut prendre quelque précaution, pour qu'il ne puisse point glisser, mais seulement rouler, sur le plan incliné où on le pose. Pour remplir ces conditions, on pourra construire cette machine de la maniere suivante.

k l, *k l*, ſont deux planches minces arrondies ſur le tour, & qui ont chacune huit pouces de diametre, avec une feuillure tout-au-tour. Elles ſont jointes enſemble par un cylindre de bois léger *m*, qui a deux pouces & demi de longueur, & dont les tenons traverſent leur épaiſſeur: avant de les aſſembler, on pourra, pour les rendre plus légéres, les évider en compartiments, comme *K*. On arrêtera tout près de leur circonférence, un morceau de plomb *n*, qu'on fera plus large qu'épais, & l'on collera dans les feuillures tout au tour, ou des petites douves de bois mince, ou deux bandes l'une ſur l'autre, de ces copeaux de bois d'hêtre que les Boiſſeliers fourniſſent aux Gainiers, ou bien enfin, une bande de carton un peu fort; & pour empêcher que ce rouleau ne gliſſe ſur le plan incliné, on couvrira l'un & l'autre avec du drap de laine collé.

Le plan incliné *L M*, eſt une planche qui a deux pieds de longueur ſur quatre de large, elle ſe meut à charniere, ſur le bout d'une autre planche, qu'on met de niveau ſur une

table, & à l'autre bout, elle est enfilée sur un montant percé de plusieurs trous, dans lesquels on met une cheville plus ou moins haut, pour appuyer le plan incliné *L M.*

LE COIN.

Seconde Expérience.

IX. LEÇON. II. Section. *Pl. VII. & VIII. Fig. 5, 6, 7, 8, & 9.*

LA machine dont je me sers pour cette expérience est suffisamment décrite, dans la *préparation*, hors ce qui regarde le chassis horizontal *D I*, que je vais développer un peu davantage.

Ce chassis dont le *plan est* représenté par *A B*, *Fig.* 3. a treize pouces de longueur sur cinq de largeur. Les deux pieces qui forment les deux côtés longs, sont larges de quatorze lignes; les deux autres le sont un peu plus, & toutes les quatre assemblées en onglet, sont ornées d'un quarré & d'un quart de rond, à leur bord extérieur.

En *C* & en *D*, sont deux échancrures longues de quinze lignes & profondes de six à sept lignes, pour recevoir un petit chassis de cuivre

représenté plus en grand par *c d*; ce chassis est fait d'une lame pliée d'équerre par les deux bouts, dont on ne voit ici que l'épaisseur, & d'une autre lame droite assemblée avec deux goupilles; il renferme deux petites poulies de métal, qu'on doit rendre très-mobiles, en les faisant tourner sur des pivots d'acier bien menus & bien ronds. Cette piece s'attache avec deux vis en bois qui traversent la lame droite à ses deux extrêmités : les gorges des poulies doivent passer de trois lignes au-dessus de la face supérieure du chassis *A B*.

Les rouleaux *E*, *F* sont de bois, avec des pivots de métal; les chappes ou les brides qui les renferment, sont faites chacune d'une lame de cuivre pliée d'équerre, par un bout & par l'autre, avec quatre petits pitons *e*, *e*, *e*, *e*, dans lesquels on fait passer les fils de métal, sur qui elles doivent glisser. Les bouts de ces fils, après avoir traversé les petits côtés du chassis *A B*, sont attachés pardessous à des chevilles tournantes, avec lesquelles on les tend. Il faut

pour cela qu'ils soient recuits, afin qu'ils se prêtent mieux aux plis qu'on leur fait faire; & pour les maintenir paralleles à la face du chassis, & empêcher que la bride qui glisse dessus ne frotte sur le bois, on les éleve de trois lignes en les faisant porter par deux tasseaux attachés solidement, sur les petits côtés *A, B.*

Les deux rouleaux étant ainsi établis sur le chassis, & ayant leurs mouvements bien libres, tant celui des pivots dans les chappes, que celui des chappes sur les fils tendus, on attache de chaque côté, le bout d'une ganse de soie fort menue au bout de l'un des petits côtés de la bride, en *g*, par exemple, où l'on a fait un trou ou ménagé un crochet; ensuite on fait passer cette ganse sur la poulie la plus prochaine, & quand elle est descendue de cinq à six pouces comme en *h*, on la fait remonter sur l'autre poulie pour aller s'attacher en *i* à l'autre bride. On fait la même chose de l'autre côté, & l'on attache aux deux angles formés par les cordons en *h* & en *k*, un poids *P* de vingt-quatre onces qui tient pour

cela

cela, à un bout de fil de laiton tourné en anneau au milieu, & formé en crochets à ses deux extrêmités.

Pour faire mieux sentir dans la figure, l'angle que fait le cordon, tant en *h* qu'en *k*, on a écarté les poulies beaucoup plus qu'elles ne le font dans la machine : celles de chaque paire ne sçauroient être trop près l'une de l'autre, pourvu qu'elles ne se touchent pas, & que les cordons ne se frottent point.

Les Vis.

IX. Leçon. II. Section. *Pl. VIII. Fig.* 10, 11, 12, & 13.

Il faut avoir à montrer des vis de gros volume en bois & en métal, avec leurs écrous qui s'ouvrent pour en faire voir l'intérieur. Il faut en avoir à filets quarrés, à filets angulaires, à pas alongés & à pas serrés, &c. & pour faire mieux entendre aux commençants qu'un filet de vis n'est qu'un plan incliné qui tourne autour d'un cylindre, & qu'on doit estimer la hauteur de ce plan, par la distance d'un filet à l'autre, & sa longueur par le développement du filet ; on préparera la machine suivante.

a b, *Fig.* 4. est un cylindre de bois

tourné, qui peut avoir trois pouces & demi de hauteur, sur deux pouces de diametre; il est monté sur un pied à patte de chandelier, & il porte un triangle rectangle *d b c*, de gros papier blanc dont le bord *c d*, est marqué d'une grosse ligne noire; le côté *c b* d'en-bas doit avoir un peu plus de six pouces.

On fait tourner ce triangle autour du cylindre, & on en arrête la pointe avec un peu de cire molle; alors la ligne *c d*, représente un filet de vis alongé : on détache la pointe pour le développer, & l'on voit que ce filet de vis est un plan incliné, dont la longueur est *d c*, & la hauteur *d b*.

Figure 11. La vis d'Archimedes & sa monture sont passablement bien exprimés par la figure citée en marge; un ouvrier un peu intelligent l'exécutera facilement d'après ce dessein : il suffit de lui dire, que cette machine exécutée en modéle est suffisamment grande, quand le corps de la vis a quatorze pouces de longueur sur deux à trois pouces de diametre, & les autres pieces qui composent la monture, à pro-

portion. Les personnes qui sauront tourner pourront exécuter elles-mêmes la vis qui est la piece principale; sinon, l'on s'adressera à un Tourneur un peu adroit que l'on guidera suivant ce que je vais enseigner.

Choisissez un morceau de buis d'Espagne, de poirier, d'alisier, ou de quelqu'autre sorte de bois qui ait de la consistance, qui se coupe bien net sur le tour; qu'il soit outre cela bien sec & sans nœuds. Formez-en un cylindre comme *A*, *Fig.* 5. qui ait les dimensions prescrites ci-dessus; & taillez-le en biseau par les deux bouts, afin que chacun d'eux l'un après l'autre, puisse tourner entre une pointe & une lunette.

L'ayant ainsi placé sur le tour vous le percerez suivant son axe, d'un bout à l'autre, d'abord avec une petite meche, & comme la piece est longue, vous la retournerez bout pour bout pour la percer à deux fois; quand le trou sera à jour, vous l'agrandirez avec des outils plus gros & plus longs, jusqu'à ce qu'il ait sept lignes de diametre & qu'il paroisse bien net dans toute sa longueur.

Vous y joindrez enſuite deux morceaux de bois tournés de la même eſpece, comme *B C*; & qui y entrent un peu à force de la longueur de trois pouces. Vous ferez ſortir le premier d'autant en dehors, l'autre ſortira d'un pouce de plus; la partie *C*, ſera une eſpece de bobine, ſur laquelle on placera la corde du tour, le reſte ſera cylindrique: au moyen de ces deux pieces ajoutées, le gros cylindre pourra tourner dans deux lunettes, ou collets; & vous y creuſerez ſur le tour une gorge en hélice, dont les circonvolutions comme *d e*, &c. ſoient inclinées à l'axe *a b*, d'environ ſoixante-dix degrés; de maniere qu'il y ait toujours une pente ſuffiſante de *d* en *e*, quand la machine eſt élevée de quarante-cinq degrés & même davantage, au-deſſus d'un plan horizontal *a h*.

Pour parvenir à creuſer réguliérement la gorge ſur le gros cylindre, vous diviſerez le pourtour du petit cylindre *C D*, en ſix parties égales, par autant de lignes droites & paralleles à l'axe. Enſuite vous partagerez ſa longueur que je ſuppoſe être de trente

lignes, en trois eſpaces égaux, par deux cercles que vous tracerez légérement avec la pointe d'un burin, en le mettant ſur le tour ; & vous ſubdiviſerez encore chaque eſpace en ſix autres plus petits, par autant de cercles paralleles marqués au crayon, & également diſtants les uns des autres. Cela étant fait, vous ménerez une ligne oblique du commencement du premier eſpace à la premiere ſubdiviſion, de là à la deuxieme, à la troiſieme & ainſi de ſuite, juſqu'à la ſixieme, où finira la premiere circonvolution de l'hélice : vous en ferez autant ſur le ſecond & ſur le troiſieme eſpace ; après quoi, avec une ſcie à main qui ait une voie un peu large, ou avec quelqu'autre outil équivalent, vous ferez ſur cette ligne une rainure de deux lignes de profondeur, comme cela eſt indiqué par la *Fig. f g.*

Tout étant ainſi préparé, vous mettrez la piece ſur le tour, en plaçant la partie *CD*, dans une lunette & la partie *B* dans une autre ; mais la premiere de ces deux lunettes ſera fendue par en-haut, d'un trait de ſcie

oblique, par lequel on fera descendre une lame de métal dans la rainure en hélice qui est creusée sur la partie *C D*, ce qui fera faire au gros cylindre en tournant, un mouvement d'arriere en avant, au moyen duquel on creusera la gorge d'un bout à l'autre; d'abord vous ne ferez que la creuser quatrément, comme *i i*, *k k*, *l l*, &c. de la largeur de quatre lignes, sur $\frac{3}{4}$ de pouce de profondeur; ensuite avec un outil à crochet vous creuserez le dessous de cet espace en demi-rond, de sorte qu'il y puisse tenir à l'aise, une balle d'yvoire de cinq à six lignes de diametre, sans quelle puisse jamais entrer ni sortir que par l'un des deux bouts, de la vis (*a*).

La gorge de la vis étant ainsi achevée, & la piece enlevée de dessus le tour, vous ôterez les deux guides *B*, & *D C*; vous collerez en leur place deux petits tampons de bois, aux centres desquels vous mettrez deux pivots de métal; & vous terminerez

(*a*) Voyez encore ce que j'ai dit des vis de bois qu'on ne peut pas faire à la filiere. *Tome I. pag. 72. & sui v.*

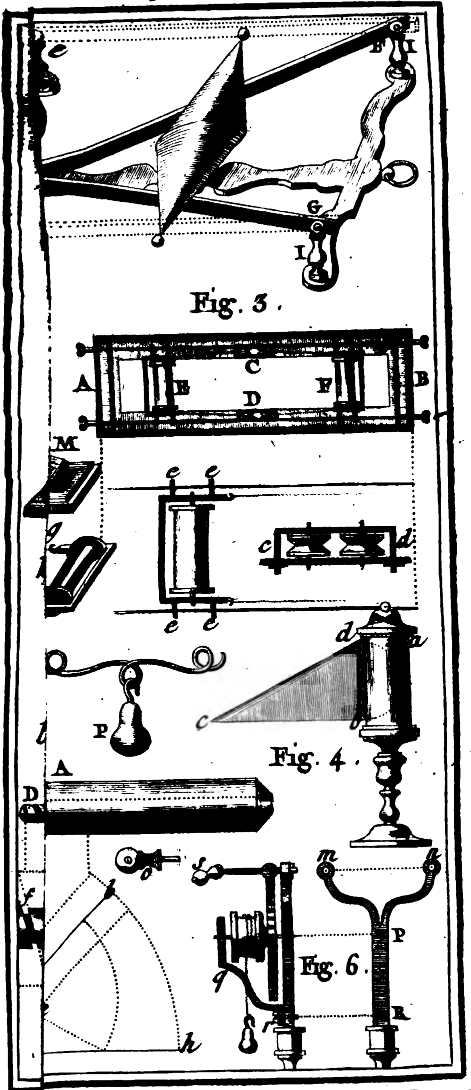
celui d'en-haut qui sera plus long que l'autre, par une vis qui recevra la manivelle; enfin dans le cylindre creux qui sert de noyau à la vis, vous ferez au commencement de la premiere circonvolution & à la fin de la derniere, un trou auquel vous donnerez beaucoup d'entrée, afin que la balle arrivée au haut de la vis, retombe d'elle-même, par le canal intérieur, & vous épargne la peine de tourner la vis en sens contraire pour la ramener en-bas.

Le modéle de la *vis sans fin*, qui est représenté de face par la Fig. 13. citée en marge, a seize pouces de hauteur compris le pied sur lequel la machine est montée; la roue a trois pouces & demi de diametre avec trente-six dents, qui sont refendues obliquement, pour s'accommoder mieux aux filets de la vis. Le treuil sur lequel est enveloppée la corde qui soutient le poids, a un pouce de diametre & quinze lignes de longueur, il fait corps avec la roue & tourne avec elle. *Figure 13.*

La vis est de fer poli; elle a six

lignes de diametre & quatre pas ; le filet eſt quarré ; pour le deſſiner & le former, on réſervera au milieu de l'arbre une partie cylindrique de la groſſeur requiſe, & l'on y tracera une hélice allongée proportionnellement à l'écartement des dents de la roue, en ſuivant la méthode que j'ai enſeignée ci-deſſus. On la creuſera à la main avec des *limes*, & on la finira ſur le tour, en ſuivant le filet avec une lime douce, & enſuite avec une lame de bois & de l'émeril.

Si l'on veut ſupprimer les ornements de la monture, on pourra la faire d'une piece de cuivre formée en *Y* par le haut, (*Fig. 6.*) *pour recevoir* les pivots de *la vis dans* deux pitons, comme *o*, placés en *m* & en *n*, & retenus par-derriere avec des goupilles ; ceux de la roue jointe au treuil, ſe placeront d'une part en *P*, & de l'autre côté, dans une piece *q*, coudée en deſſous, & attachée en *r*, avec une ou deux vis. La lame en *Y* ſera attachée ſur le fond d'une virole qui entrera ſur la tige d'un pied de bois tourné : la manivelle peut avoir un pouce de rayon, & ſe


e
B
I
G
I
Fig. 3.
A
C
E
D
F
B
M
e e
c
d
e e
d
a
P
c
b
Fig. 4.
A
D
o
m
P
f
q
Fig. 6.
R
r
h

monter sur un quarré réservé au bout de l'arbre de la vis.

Premiere, seconde & troisieme Expériences.

Les résultats de ces expériences, tels qu'ils sont énoncés dans l'endroit cité à la marge, sont des quantités moyennes auxquelles je me suis arrêté, après un grand nombre d'épreuves ; il ne faut pas s'attendre, qu'on les retrouvera précisément les mêmes, quand on répétera ces expériences ; la roideur des cordes varie, non-seulement suivant leur grosseur, leur degré de tension, & leur courbure, mais encore suivant la qualité individuelle de la matiere avec laquelle elles sont faites, suivant qu'elles sont plus ou moins neuves, plus ou moins torses, &c. il n'est guerre possible de prévoir, ni d'aprécier les variations que ces circonstances peuvent causer ; dans une école il faut se contenter de montrer avec des cordes menues & des petits poids aisés à manier, comment on s'y prend pour faire ces expériences en grand, & ce qu'il en a résulté, lorsquelles ont

IX. Leçon. III. Section. Pl. IX. Fig. 2 & 3.

été faites à loisir & par mains de maîtres. On pourra attacher les cordes à la traverse d'une machine que j'ai décrite à l'occasion de la premiere expérience de la troisieme Leçon *pag.* 62. & qui est représentée en entier Tome I. *des Leçons de Physique*, troisieme Leçon, *Fig.* 3. en mettant deux crochets sous la traverse d'en-haut.

Ayez soin que les deux cylindres de différentes grosseurs, sur lesquels vous envelopperez les cordes, soient cependant de même poids, en garnissant les deux bouts du plus petit, avec deux viroles de plomb.

Les cordes dont je me sers pour faire ces expériences en petit, sont fabriquées en soie, comme les cordons des sonnettes ; & pour connoître leurs grosseurs respectives, je leur fais faire à chacune un certain nombre de tours sur un même cylindre, & je juge du rapport de leurs diametres, par les espaces qu'elles ont remplis.

IX. LEÇON. III. Section. *Pl. IX. Fig.* 4 & 5.

Quatrieme & cinquieme Expériences.

ON attachera encore les fils de la quatrieme expérience, à la machine

dont je viens de faire mention, ou bien à la traverse mobile *H H*, d'une autre que j'ai décrite *page* 73, & *suiv.* mais au lieu de diviser la petite corde formée avec des fils tors ensemble, par en-haut & par en-bas, comme il est représenté par la Fig. 4. citée en marge, ce qui ne manqueroit pas de les faire détordre, il faut les tenir réunies, en les attachant par en-haut à un seul crochet, & en mettant les poids dans un bassin de balance que l'on attachera à l'autre bout.

Pour la cinquieme expérience, les cordes de chanvre valent mieux que des cordes de boyaux; si elles ont deux ou trois lignes de diametre, cela suffira: pour les mouiller il ne faut point tirer dessus, mais y passer l'éponge légérement & promptement d'un bout à l'autre, en les maintenant droites d'une main, tandis qu'on les mouille avec l'autre.

Sixieme Expérience.

Je prends pour cette expérience, des vessies de veau ou de cochon, que j'ouvre par un bout & par l'au-

IX. LEÇON. III. Sect. *Pl. IX. Fig.* 6.

tre les tuyaux de communication; sur lesquels je les lie, sont des petits cylindres de bois percés suivant leurs axes, & un peu renflés par les extrêmités, afin que la ligature n'échappe point; & pour être encore plus sûr que l'air ne se perd point par là, je mouille cette partie de la vessie, avant de la joindre au tuyau : le dernier par en-bas, doit être garni d'un crochet un peu fort. Celui d'en-haut doit porter un chalumeau incliné, par lequel on puisse souffler commodément avec la bouche ; on pourra le faire d'un tube de verre joint au bois avec de la cire molle; c'est assez qu'il ait quatre pouces de longueur ; mais le diametre intérieur doit être au moins de deux lignes & demie : sans cela on auroit peine à faire entrer l'air dans les vessies. Comme on ne peut pas les enfler assez d'un seul souffle, il faut tenir le bout du tube bouché avec la langue, tandis qu'on reprend haleine. On fera bien de couvrir chaque vessie avec une enveloppe ou fourreau de taffetas plissé par en-haut & par en-bas; non-seulement cet assemblage en sera plus agréable à voir,

mais il en sera aussi moins exposé à la morsure des insectes, qui sans cela l'auroient bien-tôt percé de toutes parts.

Soit qu'on se serve pour porter les vessies de la deuxieme machine dont j'ai parlé ci-dessus au sujet de la quatrieme expérience, soit qu'on leur fasse un support exprès dans la forme de celui qui est représenté par la figure 6. citée en marge : on fera le dernier tuyau de communication plus long que les autres, afin qu'il puisse passer à travers l'épaisseur de la traverse d'en-haut, avec une portée en-dessous qui l'arrête, & quelques filets de vis, sur la partie excédente, qu'on retiendra avec un opercule, faisant écrou, & percé par en-haut pour recevoir le chalumeau avec lequel on doit introduire l'air.

Il est à propos d'avoir quelques hygrometres ordinaires, pour en faire connoître les défauts, & pour indiquer les moyens de les rendre moins défectueux.



AVIS

Concernant la DIXIEME LEÇON.

Premiere Expérience.

X. LEÇON. I. Section. *Pl. I. Fig.* 1.

DANS les volumes de l'Académie Royale des Sciences pour les années 1740 & 1741, on trouve plusieurs Mémoires où j'ai traité des inſtruments qui ſont propres aux expériences ſur l'air ; j'y ai donné ſpécialement l'hiſtoire de la machine pneumatique, j'ai rendu compte des changements que j'y ai faits & des raiſons qui m'ont déterminé à les faire, de ſorte que je pourrois y renvoyer le Lecteur, & mabſtenir de décrire ici cette machine ; mais je fais reflexion 1°. que tout le monde n'a point les Mémoires de l'Académie à ſa diſpoſition ; 2°. que depuis vingt-ſept ans que ces Mémoires ſont imprimés j'ai fait encore quelques améliorations à cette pompe ; 3°. enfin que dans un ouvrage Académique, j'ai cru devoir ometre certains détails qui auroient paru minutieux, & que

je crois néceſſaires à quelqu'un qui voudra conſtruire lui-même ou conduire la conſtruction : tout cela me détermine à rappeller ici ce qu'il y a d'eſſentiel à ſçavoir ſur cet objet, en me renfermant néanmoins dans la partie méchanique comme ſi je parlois à un ouvrier, pour rendre cette inſtruction la plus conciſe qui ſera poſſible.

La machine Pneumatique.

La machine pneumatique ſimple dont il eſt ici queſtion a cinq parties principales, ſçavoir, 1°. une pompe ; 2°. un canal garni d'un robinet ; 3°. une platine qui ſert de baſe aux différents récipients ; 4°. un pied ſur lequel elle eſt montée ; 5°. un rouet pour les expériences de mouvement rapide.

Le corps de la pompe eſt un cylindre de cuivre bien alaiſé par dedans, & proprement tourné par dehors avec quelques moulures : j'en ai reglé les dimenſions ſur des raiſons Phyſiques. (*a*) Je lui donne quatorze

(*a*) Voyez les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences pour l'année 1740, *page* 397.

pouces de hauteur ſur vingt-ſix lignes de diametre intérieurement : & je le fais de cuivre fondu, parce que cela eſt plus facile & moins diſpendieux, que de faire battre & ſouder du laiton de l'épaiſſeur dont il faudroit qu'il fût.

Vous choiſirez donc un morceau de bois bien ſain, ſans *nœuds*, & aſſez ſec pour n'avoir point à craindre qu'il ſe gerce ou qu'il ſe fende ; vous en ferez ſur le tour, un modéle pour le Fondeur conformément aux dimenſions preſcrites ci-deſſus, & ayant égard à la retraite que ſouffre le métal coulé en ſe refroidiſſant, & à ce qu'il en faudra ôter par dedans & par dehors en le travaillant ; c'eſt-à-dire, que les deux parties *A*, *B*, *Pl. XX.* qui repréſentent le noyau n'auront que vingt-quatre lignes de diametre, & que le cylindre *a b*, qui doit faire le corps de la pompe doit avoir vingt-huit lignes de diametre ſur quatorze pouces & trois lignes de longueur, avec des renflements en *c*, en *d* & en *e* pour former des moulures : & outre cela vous ajouterez au modéle deux languettes comme

f, *f*,

f, *f*, afin qu'il ſe trouve ſur deux côtés oppoſés de la piece, des petites maſſes plattes, au moyen deſquelles on puiſſe l'aſſujettir & l'empêcher de tourner, quand on travaillera le dedans avec *l'alaiſoir*.

Cet outil eſt compoſé, d'une noix *C*, garnie de couteaux en nombre impair, comme trois ou cinq, & d'une tige de fer *D*, avec un manche de bois semblable à celui d'une tarriere. La noix eſt de cuivre de fonte, elle eſt priſe dans un cylindre de quatre pouces de longueur, & d'un diametre de deux lignes plus petit que le noyau *A B*, ſur lequel on a fait le creux de la pompe. Il eſt entaillé d'un bout à l'autre par autant de rainures qu'on a de couteaux à y placer; & les intervales entre deux rainures, ſont creuſés comme on le peut voir en *F*, où cette piece eſt repréſentée par une coupe perpendiculaire à l'axe, afin que les coupeaux de cuivre puiſſent ſe dégager, & laiſſer à l'outil la liberté d'agir. Les couteaux ſont des lames d'acier trempé, qui ont ſix lignes de large ſur trois d'épaiſſeur avec un biſeau

fort court, comme on le peut voir par la coupe G. Le tranchant du biseau ne doit point être une ligne parfaitement droite, mais un peu courbe, afin que les couteaux ne mordent point par leurs extrêmités, mais seulement sur les trois quarts de leur longueur.

La noix est percée quarrément d'un bout à l'autre, & suivant son axe; le bout de la tige limé en conséquence, y entre juste, & il est retenu par une clavette. L'autre bout limé plat, mais avec trois bonnes lignes d'épaisseur, entre dans le manche, par une mortaise à jour, dont la longueur coupe le fil du bois, & la partie qui passe en dehors est percée pour recevoir une clavette, qu'on puisse ôter aisément.

Pour alaiser la pompe, après l'avoir bien lavée & ôté tout le sable, on l'enferme entre deux planches garnies de tasseaux, & de maniere qu'elle ne puisse pas tourner, & l'on assujettit le tout sur un banc ou sur un établi de Menuisier, avec deux valets ou autrement; on la tient inclinée, afin que le cuivre enlevé

par les couteaux puiſſe tomber, & ne cauſe point d'engorgement. On y fait entrer l'alaiſoir en tournant toujours du même ſens, juſqu'à ce qu'il ſorte par l'autre bout; alors on le tire entiérement hors de la pompe en ôtant le manche qu'on remet enſuite, pour recommencer à faire agir l'outil. Quand on s'apperçoit qu'il ne mord plus, on donne un peu de fer aux couteaux, c'eſt-à-dire qu'on les fait ſortir un peu plus en mettant deſſous, une petite lame de cuivre très-mince: il ſuffit ſouvent d'en mettre ſous un des couteaux, car le moyen de bien alaiſer, eſt de mordre peu à la fois.

Quand on a ainſi enlevé tout le feu de la fonte, c'eſt-à-dire la premiere ſuperficie du cuivre, qui eſt dure & graveleuſe, on ne fait plus agir qu'un ou deux couteaux, en garniſſant les intervalles de ceux dont on veut ſuſpendre l'action, avec des lames de bois amincies par les bords. Ces garnitures qu'il faut renouveller & multiplier de plus en plus à meſure que l'ouvrage avance, font que l'alaiſoir tourne plus rondement, que le creux de la pompe en doivent plus

exactement cylindrique, & que la surface en est plus unie.

Mais malgré cette attention à gouverner l'alaisoir, il reste toujours des sillons circulaires, fort peu profonds à la vérité, mais qui ne manqueroient pas de nuire au mouvement du piston, qui doit se faire selon la longueur de la pompe : pour les effacer, vous préparerez un cylindre de bois tendre, deux fois pour le moins, aussi long que la pompe, & sur lequel elle puisse glisser aisément ; vous le soutiendrez par les deux bouts avec deux piliers de trois ou quatre pouces de hauteur assemblés solidement sur une planche, & vous ferez frotter dessus, l'intérieur de la pompe suivant sa longueur, avec du grès broyé & de l'eau, ayant l'attention de faire tourner la piece peu-à-peu, afin que cette façon s'étende sur toute la surface également ; on finira par adoucir les traits avec de la ponce qu'on employera au lieu de grès.

Quand la pompe aura été alaisée ainsi, l'on fera bien de s'assurer de son état, c'est-à-dire d'éprouver, avant d'aller plus loin, si elle est bien

cylindrique par dedans, car sans cette condition, une machine pneumatique ne vaut jamais rien; pour cet effet, on construira le piston, & on le fera aller & revenir plusieurs fois d'un bout à l'autre pour sentir, s'il est également serré partout: le piston se fera de la maniere suivante.

H I, est une tige de fer quarrée, limée bien droite & adoucie, de seize pouces de longueur sur cinq lignes d'épaisseur dans les deux sens, ayant un épaulement en *H*; & depuis *I* jusques en *K*, une partie de trois pouces de longueur, & du double plus large que le reste, avec deux trous de trois lignes de diametre chacun & tarraudé pour recevoir des vis. Au-dessus de l'épaulement *H*, la tige toujours quarrée est réduite à trois lignes d'épaisseur, & formée en vis par le bout sur une longueur de trois ou quatre lignes; au-dessous de la partie platte *I K*, est un étrier d'une forme à-peu-près ovale, dont le grand diametre a cinq pouces & le petit seulement trois. Cette partie peut être arrondie partout, hors l'endroit où se pose le pied, qu'il faut limer plat.

Sur la tige quarrée au-dessus de *H*, vous enfilerez une rondelle de cuivre un peu épaisse, d'une bonne ligne plus petite en diametre que l'intérieur de la pompe; vous la ferez reposer sur l'épaulement *H*, & pour le mieux, vous l'y souderez à soudure forte. Ensuite vous enfilerez alternativement sur la même tige, trois molettes de liège de même largeur que la précédente, sur dix lignes d'épaisseur, & trois morceaux de cuir de veau dont chacun excede son liege, de huit à neuf lignes tout-au-tour; enfin vous ferez entrer à vis une autre rondelle de cuivre semblable à la premiere, qui couvrira & serrera toutes ces pieces ensemble. Il faut ensuite raser l'excédent de la vis, & faire ensorte que le plan supérieur du piston, soit bien droit, & à l'équerre avec ses côtés. Pour faire tourner commodément la derniere rondelle, on pourra y faire deux trous à demi-épaisseur, afin de la saisir avec une pince ronde ou avec un outil fait exprès.

Vous choisirez pour les molettes de liege, celui qui est le plus plein, le plus également flexible, vous l'ar-

rondirez ſelon le fil, & vous rendrez les deux plans bien paralleles entr'eux. La peau de veau doit être choiſie bien égale, & mince; les morceaux étant taillées, je les tiens pendant une heure ou deux dans un mêlange de trois parties d'huile d'olives, avec une de ſuif de mouton médiocrement chauffé.

Quand le piſton eſt préparé comme je viens de le dire, il a la forme qu'on voit en *L*, les cuirs excédent le liege parallelement entr'eux. Alors on le pouſſe dans la pompe, & les bords excédents ſe couchent tous du même ſens, comme on le peut voir en *M*. Si l'on remarque que les cuirs en s'étendant tombent plus bas que l'épaiſſeur du liege deſtiné pour chacun d'eux, il faut couper ce qu'il y a de trop, afin qu'ils ne ſe recouvrent pas l'un l'autre, & que le diametre du piſton demeure le même dans toute ſa longueur.

Le piſton dans cet état, quoiqu'il ne ſoit point encore fini, peut ſervir à éprouver, comme je l'ai dit, l'intérieur de la pompe: ſi par cette épreuve on s'apperçevoit qu'elle fût plus large

par un bout que par l'autre, ou, ce qui est encore pis, si le piston se trouvoit plus lâche au milieu que vers les extrêmités, il faudroit de nouveau faire agir l'alaisoir & en effacer les traits, comme je l'ai enseigné ci-dessus; si au contraire on sent que le piston glisse d'un bout à l'autre avec une parfaite égalité, on achevera le corps de pompe en le façonnant par dehors.

Pour cet effet, on le mettra sur le tour, par le moyen d'un cylindre de bois *N O*, qu'on y fera entrer un peu à force d'un bout à l'autre, & qui aura à l'une de ses extrêmités, une poulie de quatre pouces de diametre, pour recevoir la corde sans fin d'une roue à-peu-près semblable à celle des Couteliers; car on auroit bien de la peine à tourner au pied une piece aussi forte. Il est bien essentiel que le cylindre ne se décentre pas pendant cette opération, & cela pouroit arriver si les pointes du tour, s'enfonçoient dans le bois; pour prévenir cet acident, avant que de tourner le cylindre, on chassera à force dans les deux bouts du morceau de bois,

bois, des coins de cuivre dans la tête desquels on marquera les centres avec un poinçon ou un foret; & s'il arrivoit que ce cylindre fût quelque temps sans servir, il ne faudroit pas manquer de le présenter sur le tour, pour vérifier de nouveau sa rondeur, avant de le charger du corps de la pompe: on ne doit point oublier avant d'en venir au tour, d'enlever avec la lime les masses plattes *f*, *f*, ni d'ébarber les autres endroits où la fonte auroit laissé des bavures capables de faire sauter le burin ou le grain d'orge.

Le Tourneur prendra donc dans les renflements *c*, *d*, *e*, les moulures *g*, *h*, *k*, & le quarré *i*, ayant soin de tenir cette derniere partie aussi saillante que les deux moulures *g*, *h*: il mettra d'épaisseur le reste de la piece, avec les outils à biseau; il coupera quarrément les deux bouts; & il adoucira les traits, en traînant sur la piece des limes douces, & ensuite des lames de bois tendre avec de la ponce broyée à l'eau; il la polira enfin avec de la ponce encore plus fine & de l'huile, & il finira par

enlever ce qu'il y a de gras, avec un linge blanc & du tripoli à sec.

La piece qui fermera la pompe par en-haut, eſt une eſpece de couvercle de cuivre *pp*, que le Fondeur coulera ſur un modele de bois qu'on lui donnera : quelque façon qu'on lui donne à l'extérieur, il faut toujours y réſerver un quarré large & épais *pp*, pour recevoir des vis de trois à quatre lignes de longueur ; le deſſus doit avoir un plan circulaire de ſeize à dix-huit lignes de diametre, & l'épaiſſeur de la piece en cet endroit, aura au moins trois lignes avec un trou au milieu, large de quatre lignes, pour recevoir le bout du canal du robinet. Une attention qu'il faut encore avoir, c'eſt que le fond intérieur ſoit bien dreſſé, afin que la face ſupérieure du piſton le touche exactement dans toute ſa largeur. Ce couvercle ainſi préparé s'emboîte ſur le haut de la pompe & s'y ſoude à l'étain ; mais il faut auparavant qu'il ſoit joint au robinet.

Les parties principales du robinet, ſont le canal *R*, dont on voit la coupe à côté, la boîte *ss*, & la clef

V u : les deux premieres pourroient être d'une même piece ; mais il vaut mieux les travailler séparément & les joindre ensuite : on pourroit aussi faire la clef d'un seul morceau de fonte ; mais on fera mieux de la séparer de sa poignée, pour ne point risquer de perdre les façons de celle-ci, quand l'autre ne réussit pas : voilà donc quatre pieces à fondre sur des modeles.

On pourra donner à la tige qui fait la plus grande partie du canal, la forme d'un balustre long de quatre pouces & demi & d'un pouce de diametre dans sa partie la plus renflée ; on le percera sur le tour, & le trou bien nétoyé & alaisé avec une broche ou équarrissoir d'acier trempé, n'aura pas moins qu'une ligne & demie de diametre dans toute sa longueur. Le haut de cette piece sera une assiette d'un bon pouce de largeur, avec une vis au milieu grosse comme le petit doigt, & longue de cinq à six lignes. Par en-bas, le trou sera élargi & taraudé pour recevoir une pareille vis, par laquelle cette tige s'attache à la boîte.

Le morceau de cuivre fondu dont on fera la boîte, sera un prisme exagone par le tiers de sa longueur pris au milieu; le reste étant arrondi de part & d'autre avec quelques moulures, comme on le peut voir en *s s*. Cette piece viendra creuse à la fonte, par le moyen d'un noyau cylindrique gros comme le doigt, sur lequel le Fondeur la coulera; on ajoutera aussi au modele sur le milieu de deux faces opposées du prisme, deux petits cylindres de cinq à six lignes de diametre, sur autant de longueur, pour faire de l'un une vis qui joigne la boîte au canal, & de l'autre, un tenon par lequel on l'attache sur le couvercle de la pompe. On proportionnera le modele de maniere que la boîte toute finie, puisse avoir deux pouces & demi de longueur sur un pouce $\frac{3}{4}$ de diametre dans son milieu.

Il faut commencer par nétoyer la boîte intérieurement, & y faire la place de la clef, avec des équarrissoirs plus gros les uns que les autres, en commençant avec les plus petits. Ces équarrissoirs sont des broches d'acier

trempé, taillés à quatre ou à cinq pans, qui vont en augmentant de grosseur d'un bout à l'autre, comme *T*: on les fait tourner dans la piece qu'on veut équarrir, en les saisissant avec un tourne-à-gauche de fer ou de bois, par un tenon plat & épais, qu'on a réservé au plus gros bout, & qui doit être trempé moins dur que le reste. Le dernier de ces outils, qu'on employe, celui qui acheve l'intérieur de la boîte, doit avoir ses angles tranchants tellement inclinés à l'axe, qu'étant entré dans la piece des $\frac{3}{4}$ de sa longueur, il en résulte un trou qui ait par un bout douze à treize lignes de diametre, & par l'autre seulement sept à huit lignes; & pour adoucir la boîte en dedans & effacer les traits circulaires que l'équarrissoir pourroit avoir faits, il faut en finissant, ne laisser mordre qu'un angle de l'outil, en suspendant l'action des autres par des lames de bois appliquées sur les faces; ou bien en les couvrant avec des bandes de cartes à jouer; bien entendu qu'on choisira pour cela celui de ces angles, qui sera le plus droit à la regle.

La boîte étant ainsi équarrie par dedans, on la mettra sur une broche de bois dur, pour tourner les deux parties *s s*, & pour dresser les deux bouts ; après cela on finira à la lime les faces de la partie du milieu : on formera les filets de la vis qui doit recevoir la tige *R* ; on taillera à cinq ou six pans, le tenon qui est diamétralement opposé à cette vis, & l'on percera l'un & l'autre avec les mêmes outils qui ont fait le canal dans la tige *R*.

Il est temps alors d'attacher la boîte du robinet sur le couvercle de la pompe ; il faut qu'elle y tienne solidement, & que l'air ne puisse point passer par la jonction : dans cette vue, vous limerez l'intérieur du trou fait au couvercle, conformément à la figure du tenon qui doit y entrer, & vous lui donnerez beaucoup de champfrain, du côté qui répond à l'intérieur de la pompe ; vous chaufferez les deux pieces, & vous aviverez fortement avec de la résine & de la soudure d'étain, les faces qui doivent se toucher ; vous placerez le tenon dans son trou, & vous le riverez for-

tement ayant soin de l'arraser ensuite, afin que le dessous du couvercle soit toujours bien droit.

Vous joindrez de même la tige *R* à la boîte, c'est-à-dire, que vous aviverez avec la soudure d'étain, les parties qui doivent se toucher, & vous les joindrez le plus exactement que vous pourrez, par le moyen de la vis : après quoi vous présenterez cet assemblage sur le tour, pour voir si tout est bien droit & bien centré : s'il manquoit quelque chose à cet égard, vous y remédiriez d'une part en battant un peu la rivure du tenon, d'un côté ou de l'autre, & d'autre part, en limant un peu sous la base de la tige *R*, pour la faire tourner davantage sur la vis, en faisant mordre le taraud dans l'écrou, pour le rendre plus aisé.

Quand vous aurez ainsi joint ensemble le canal *R*, la boîte *s s*, & le couvercle *p p*, vous souderez celui-ci à la pompe : mais afin que cette soudure soit exacte & solide, vous commencerez par chauffer les pieces, & quand elles seront jointes l'une à l'autre, vous continuerez de faire en-

trer la soudure tout autour de la jonction, & vous finirez par y en mettre un petit cordon, qu'il ne faudra qu'aproprier à la lime sans l'enlever entierement ; comme il faudra aussi avec quelque outil long & tranchant par le bout, gratter les bavures de l'étain, qui aura pu couler dans la pompe, & qui, si elles restoient, ne permettroient pas que le piston allât toucher le fond : on soudera de même la tige *R* sur la boîte.

Lorsque vous aurez fini ces deux soudures, & que vous aurez nétoyé la piece par dehors & par dedans, vous en ferez l'épreuve, en bouchant le canal qui communique de la boîte à la pompe, & en dressant celle-ci pour la remplir d'eau bouillante : s'il y a encore quelqu'endroit où la soudure n'ait point pris, & qui ne soit bouché que par la résine, l'eau chaude s'y fera jour, & le fera connoître. Si cela n'arrive pas, vous attendrez que cette eau ne soit plus que tiéde, & pour plus grande sureté, vous appuyerez fortement dessus avec le piston : sur la foi de cette derniere épreuve, s'il ne paroît aucun défaut,

vous continuerez la construction de la machine en finissant le robinet.

V, est un morceau de cuivre fondu, arrondi sur le tour & dressé à la regle, qui doit remplir tellement la boîte, que les surfaces se touchent de par-tout ; l'équarrissoir, le tour & la lime ne procureront jamais un contact si exact, il ne faut employer cette premiere façon que pour faire entrer la clef jusqu'aux trois quarts de sa longueur ; je dirai ci-après comment on fait le reste. Il faut réserver au bout le plus menu de cette piece, une vis de trois ou quatre lignes de longueur, sur autant de diametre, & à l'autre, un tenon avec une portée pour la joindre à la poignée *u* avec une forte goupille, qu'on puisse ôter au besoin : cet assemblage étant fait, vous ajusterez la clef dans sa boîte de la maniere suivante.

Ayez du sable de Fondeur neuf & passé au tamis, à son défaut vous prendrez la ponce broyée ; détrempez l'une ou l'autre dans de l'eau un peu chargée de savon blanc, mettez-en légérement avec le bout du doigt sur la clef, & faites-la tourner avec

la main dans la boîte en la pouſſant en avant & en la retirant en arriere ; cet ajuſtage des clefs de robinets n'eſt point aiſé pour quiconque ne s'y eſt point exercé pendant un certain temps ; cependant avec un peu d'attention & de patience, on en viendra à bout. Il ne faut jamais faire tourner la clef un tour entier, du même coup de *main* ; *il* ne faut pas non plus manquer de pouſſer & de tirer à ſoi la clef chaque fois qu'on la fait tourner ; ſans cela, on formera des ſillons rentrants ſur eux-mêmes, & c'eſt gâter l'ouvrage. Il faut auſſi après cinq ou ſix coups de poignet, découvrir les ſurfaces, tant de la boîte que de la clef, en les eſſuyant avec un linge, pour les examiner & reconnoître les endroits qui portent : car ce n'eſt qu'en ces endroits-là qu'il faut mettre du ſable : ſi l'on en mettoit aux parties qui ne touchent point, ce ſeroit le moyen de les creuſer davantage ; ſi l'on appercevoit ſur la clef, des endroits creux qu'il ſeroit trop long d'atteindre avec le ſable, on pourra abbréger l'ouvrage, en limant doucement les endroits qui

portent, avec une lime entre *douce* & *batarde* qui ne soit point usée.

La clef étant ajustée ou à-peu-près, il faut songer à la percer ; vous y ferez d'abord un trou diamétral, un peu plus petit que celui du canal, & qui puisse se rencontrer dans son alignement quand on fera tourner la clef : mais comme elle pourroit avancer encore un peu dans sa boîte, soit qu'on n'ait point fini de l'ajuster, soit que par la suite on ait besoin de la roder de nouveau, pour réparer quelque défaut, vous ferez bien de ne pas mettre le centre du trou tout-à-fait dans la direction du canal, mais un peu en deça en tirant vers la poignée ; ou bien avec une queue-de-rat vous le ferez un peu oblong. J'oubliois de dire que le trou diamétral de la clef, doit être dirigé perpendiculairement au plan qui passe par les deux fleurons de la poignée.

Ce trou étant percé & proprement ébarbé par les bords, vous en percerez un autre de même grosseur dans le même cercle, mais à quatre-vingt-dix degrés de distance, & qui aille obliquement tomber dans l'axe de la clef

du côté du petit bout : il faut bien prendre garde que ce trou ne communique avec le premier.

Enfin vous percerez un troiſieme trou ſuivant la longueur de la vis qui eſt au bout de la clef, & vous le prolongerez dans l'axe, juſqu'à ce qu'il rencontre le trou oblique dont je viens de faire mention ; les bords de ce trou ſeront bien dreſſés & fraiſés, & le bout de la vis ſera coupé un peu en biſeau, afin qu'on puiſſe le fermer exactement, en appliquant deſſus, quelque corps plat garni d'une matiere flexible.

Quelque ſoin que vous ayez pris d'ébarber les trous de la clef, ne manquez pas de la remettre dans la boîte avec un peu de ſable & d'eau pour la roder légérement, & vous aſſurer que ſon ajuſtage n'a rien perdu ; après cela vous la couvrirez de gros papier, & vous la mettrez en lieu de ſûreté : vous boucherez auſſi la boîte par les deux bouts avec du liege, & vous continuerez de conſtruire la machine.

Ce qu'il eſt à propos de faire maintenant, c'eſt la platine : vous choi-

Tirez pour cela une plaque de laiton, qui ne soit ni pailleuse ni gercée, d'une épaisseur égale dans toute son étendue; vous l'arrondirez suivant un trait de compas qui ait dix pouces de diametre, & vous la ferez dresser & planer par un Chaudronnier adroit; comme cette derniere façon pourroit lui faire perdre sa rondeur, vous formerez avec le compas, un nouveau trait que vous suivrez à la lime. Si ce cuivre a été bien plané & dressé à la regle, il suffira de le limer sur une face pour le blanchir, & de le poncer à l'eau pour enlever les traits de la lime; le dessous n'étant point exposé à la vue, n'a pas besoin de cette façon, si ce n'est au centre & aux bords, à cause de la soudure. De quelque façon qu'on prépare la platine, soit qu'on la fonde sur un modele, soit qu'on la prenne dans une table de laiton, il faut faire en sorte qu'étant finie, elle ait au moins deux lignes d'épaisseur.

La platine doit être rebordée d'un cercle de cuivre, qui s'éleve de neuf à dix lignes au-dessus de son plan supérieur: pour préparer ce cercle,

vous prendrez une bande de laiton d'une bonne demi-ligne d'épaiſſeur & un peu plus de trente pouces de longueur : vous la plierez circulairement, pour faire joindre les deux bouts que vous ſouderez à ſoudure forte, mais qui ne ſoit point trop aigre, afin qu'elle puiſſe ſouffrir le marteau; après cela vous arrondirez & vous forgerez le cercle ſur une bigorne juſqu'à ce qu'il ſoit preſque aſſez large, pour que la platine puiſſe entrer dedans; alors vous le monterez, ſur un plateau de bois nouvellement arrondi au tour, & vous dreſſerez les deux bords; enſuite vous y formerez un drageoir; vous figurerez une moulure en-deſſus & vous polirez avec de la ponce à l'huile; quand au dedans, vous le nétoyerez à la main avec la lime & la ponce. Si la platine alors ſe trouve encore un peu trop grande pour entrer dans le drageoir, vous la diminuerez en limant les bords, juſqu'à ce qu'elle y ſoit ajuſtée. Il ne reſtera plus alors qu'à ſouder le cercle, mais cette ſoudure ne doit ſe faire qu'après celle qui fixera la platine ſur la tige du robinet.

Vous percerez la platine au centre, & vous tarauderez le trou, pour la vis qui eſt au bout de la tige *R*: vous la mettrez en place, & vous examinerez ſi elle ſe monte bien droite, & ſi elle s'applique exactement ſur l'aſſiette qui doit la recevoir; alors vous ſéparerez les pieces pour les chauffer & les aviver avec l'étain & la réſine, & vous les rejoindrez pour achever la ſoudure: vous ferez de même pour le cercle.

La vis qui reçoit la platine, doit être aſſez longue pour excéder de cinq à ſix lignes ſon plan ſupérieur: & ſur la moitié de cette longueur vers le bout, les filets ſeront tranchés par deux rainures diamétralement oppoſées, de ſorte qu'une piece qui ſera viſſée ſur cette partie, n'empêche pas que l'air ne paſſe du récipient dans le canal du robinet. Et quand on voudra que l'air n'y paſſe point, il ſuffira de viſſer la piece plus avant, afin qu'elle ſe trouve ſur les filets pleins.

Ce n'eſt point aſſez que la platine ſoit portée par le centre, vous la ſoutiendrez encore par trois conſo-

les, qui seront attachées d'une part à sa circonférence, & de l'autre sur le quarré *p p*, que j'ai dit qu'il falloit réserver au couvercle de la pompe: vous ferez les consoles avec des bandes de laiton un peu épaisses, que vous plierez & découperez suivant votre goût, si vous n'êtes pas à portée de faire autrement; mais elles auront bien meilleure grace, si vous pouvez les faire fondre sur un modele préparé en cire ou en plomb par un Sculpteur; étant réparées & mises en couleur d'or, elles rendront la machine bien plus élégante.

De quelque maniere que vous fassiez ces consoles, il faut qu'elles ayent par en-bas deux petites oreilles qui s'appliquent sur le quarré *p p*, & qui s'y attachent avec deux petites vis: & vous prendrez bien garde en perçant les trous & en les taraudant, d'atteindre jusqu'à l'intérieur de la piece. Il faudra réserver dans le haut de la console ou y souder une petite masse, qu'on puisse limer d'équerre pour faire poser la platine dessus, & l'y arrêter avec une vis à tête perdue; & afin que l'eau qu'on répan-

dra sur la platine, ne puisse point couler par là, vous enfermerez sous la tête de la vis, un petit anneau de cuir gras.

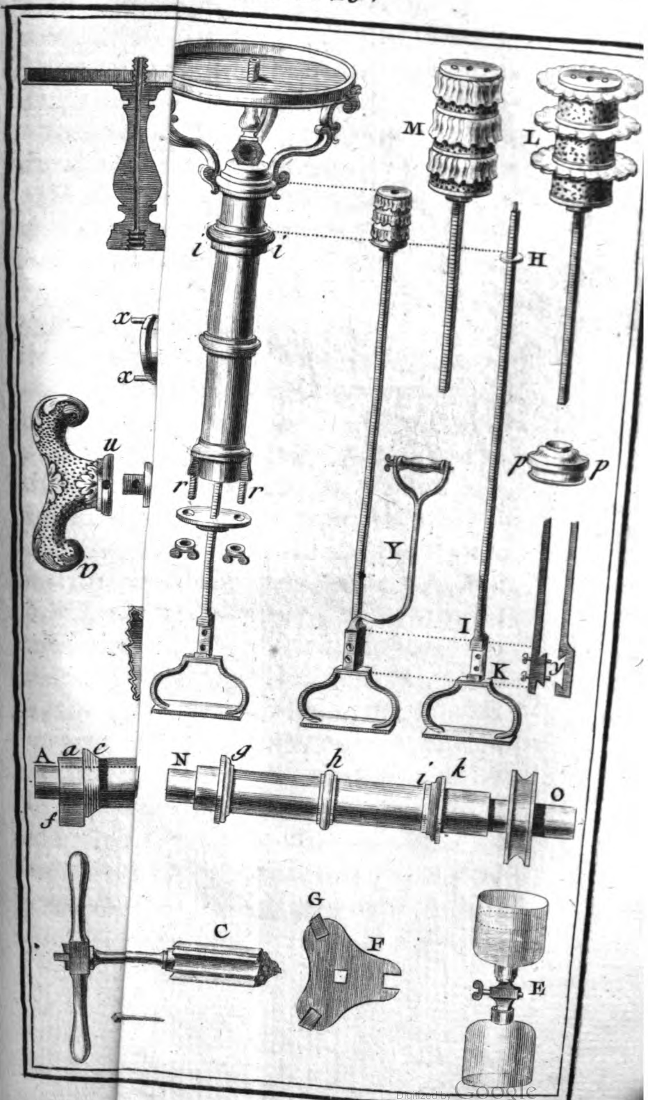
On imagine bien que les consoles doivent être placées à égales distances l'une de l'autre; mais il ne faut pas manquer de les arranger de maniere, que la poignée de la clef du robinet se présente au milieu de deux d'entr'elles, & le bout de la clef, vis-à-vis de la troisieme.

Quand vous aurez mis la machine pneumatique dans cet état, vous acheverez ce qui reste à faire à la tige du piston; c'est une branche de fer poli, coudée comme on le voit par *Y*, applatie par en-bas, & ouverte en forme de fourchette par en-haut; cette piece s'attache en *K*, par le moyen d'une coulisse taillée en queue d'aronde comme *y*, & de deux fortes vis, qui traversent les deux pieces, & qui en assurent l'assemblage. La fourchette contient un manche de bois, qui a quatre pouces de longueur, & qui tourne librement, sur une broche de fer, garnie d'une tête ronde par un bout, avec quelques

filets de vis à l'autre, qui ont leur écrou dans la branche de la fourchette. Cette branche coudée a un pied de hauteur depuis la partie platte par laquelle elle s'attache jusqu'au manche. Par en-bas, elle est écartée d'un pouce & demi de la tige du piston, & un peu plus par en-haut; on peut la limer à pans, ou la laisser ronde, cela est tout-à-fait arbitraire.

Enfin vous enfilerez sur la tige quarrée du piston, un plateau de bois de quatre pouces & demi de diametre, dont la face supérieure soit bien droite, & vous y ferez deux trous pour entrer sur les deux tirants à vis *r r*, pour lesquels vous préparerez aussi deux écrous à oreilles. Ces tirants sont applattis dans la partie qui est au-dessus des filets, & sont attachés chacun avec deux vis, qui ont leurs écrous dans l'épaisseur du corps de pompe, mais qu'il faut avoir soin de raser en dedans, afin qu'elles ne nuisent pas au passage du piston.

Pour faire passer le plateau sur la tige quarrée, vous n'aurez qu'à le fendre diamétralement & rejoindre les deux morceaux avec de la colle-forte : cela suppose que vous l'aurez


M
L
i
i
H
x
x
u
p
p
r
r
Y
v
I
K
y
A
a
c
N
g
h
i
k
O
f
G
C
F
E

fait d'un morceau de planche, dont le fil ne soit point interrompu par des neuds ; & que les trous par où passent les deux vis, seront faits sur une ligne qui coupe à angles droits la fente diamétrale dont je viens de parler : il reste encore quelque chose à faire tant à la boîte qu'à la clef du robinet, pour achever complétement la pompe ; mais on attendra pour cela qu'elle soit montée sur son pied.

Que le pied de la machine pneumatique soit assez fort pour porter la pompe, & résister aux efforts de celui qui fait agir le piston, qu'il ait assez d'assiette pour n'être pas facilement renversé ; quand au reste, il est susceptible de toutes les formes qu'on voudra lui donner, & de tous les ornements dont on jugera à propos de l'enrichir : je me suis borné dans cette partie, comme dans toutes les autres, au nécessaire & à la propreté, & j'ai trouvé dans cette économie un avantage, qui se rencontre rarement avec un grand appareil de pieces superflues. Je veux dire un certain degré de légéreté, qui permet de transporter aisément & sans

embarras, toute la machine, sans empêcher qu'elle ne soit assez ferme pour résister aux secousses ordinaires. Trois montants & deux tablettes, c'est tout ce que j'employe ordinairement pour construire le pied de la machine simple; je vais dire en peu de mots les proportions que doivent avoir ces cinq pieces.

Chacun des montants *A a*, *A a*, *Pl. XXI*, a trente-cinq ou trente-six pouces de hauteur & deux pouces $\frac{1}{2}$ en quarré au plus gros; pour les chantourner réguliérement, il faut préparer un calibre avec du carton ou avec un feuillet de bois fort mince, & l'appliquer successivement sur les deux côtés opposés d'une piece de bois corroyée, pour tracer le profil: l'ouvrier coupera le bois suivant ce trait; & il en fera autant avec un autre calibre sur les deux autres côtés; il fera bien, en finissant chaque morceau, d'abattre les deux angles extérieurs, par un champfrain de deux lignes de largeur, & de laisser les angles vifs à la face intérieure.

Il n'y a que les deux pieds de devant qui soient semblable entr'eux

dans toute leur hauteur, celui de derriere *B b*, quoique taillé comme eux, ne monte que jusqu'à la tablette d'en-bas.

La tablette supérieure *C*, dont on voit le plan en *c d e*, est faite d'un seul morceau qui a seize lignes d'épaisseur, & qui est orné de quelques moulures tout autour; il y a au milieu, un trou rond dans lequel le quarré *i i*, de la pompe doit entrer juste. Dans cette tablette sont assemblés les deux montants *a*, *a*, & un troisieme *D*, qui descend perpendiculairement sur la tablette inférieure & qui s'y assemble aussi. Ce dernier montant est pris dans un morceau de bois de quinze lignes d'épaisseur; il est arrondi par la face qui regarde le devant de la machine; l'autre côté qui est plat, a trois pouces & demi de largeur, & porte un avant-corps de quatre lignes d'épaisseur, sur deux pouces de large, dont les bords sont taillés en queue d'aronde, comme on le peut voir en *f g*.

La tablette inférieure *E*, dont on voit le plan en *g h h*, a un bon pouce d'épaisseur, elle a aussi un trou

rond dans lequel doit entrer juſte toute la partie de la pompe qui eſt au-deſſous de la premiere moulure; & comme il y a ſur cette partie, deux tirants qui ſont un peu de ſaillie, il faut que le trou ſoit échancré, pour les laiſſer paſſer. On voit par là, que la diſtance entre les deux tablettes doit être telle, que la pompe poſe ſur l'une par la portée qui eſt ſous la moulure d'en-haut, & ſur l'autre, par celle qui eſt ſous la moulure d'en-bas: & quand à l'écartement que cette tablette doit faire prendre aux pieds, il ſera ſuffiſant, s'il eſt de vingt-deux pouces pour les deux du devant *A A*, & de quatorze pour celui du derriere, à compter de la ligne *A A*.

Vous mettrez la longueur de la tablette inférieure ſuivant le fil du bois; & comme les tenons *h*, *h* ſeroient trop tranchés, vous y en rapporterez à bois de fil; ou bien vous ferez la tablette de trois pieces, en rapportant deux morceaux à bois de fil, dans leſquels vous prendrez les deux tenons *h*, *h*. Tous les tenons du pied doivent être collés & chevillés, & au lieu d'être ſimples on,

feroit bien de les faire à fourchette : mais ce qu'il y a de plus essentiel, c'est que l'assemblage & les trous des tablettes soient faits de maniere que la pompe se monte bien d'à-plomb, & que les deux tablettes soient de niveau en tous sens, quand le pied sera posé sur un plan horizontal.

Il est indispensable de couvrir le pied de la machine pneumatique avec une peinture à l'huile ou avec une couleur détrempée au vernis, à cause de l'eau qui tombe fréquemment dessus, & qui ne manqueroit pas de pénétrer bien-tôt dans les assemblages, de pourrir ou de faire déjetter les bois. Il sera fort bien par exemple, en noir & rouge, toutes les faces extérieures étant de la premiere couleur, & celles du dedans avec les tranches & les moulures distinguées par la seconde; le Vernisseur n'oubliera pas de marquer en or les champfrains faits aux montants, & d'enjoliver le reste avec quelques ornements. Enfin vous pourrez faire mettre en bas des montants, des chaussons de bronze, qu'on trouve tout faits chez les Fondeurs, & vous les ferez mettre en cou-

leur d'or, comme les consoles de la platine, & la poignée de la clef du robinet.

La machine étant placée sur son pied, arrêtée par les tirants qui traversent le plateau sous la tablette inférieure, vous y donnerez la derniere main par l'épreuve suivante. Munisez-vous d'une peau de chamois passée à l'huile, qui *soit* par-tout d'une épaisseur à-peu-près égale, & sans gerçures ni trous ; coupez-en un morceau propre à couvrir toute la platine ; ouvrez-le milieu par un trou circulaire, qui ait environ 2 pouces de diametre ; mouillez-la bien, & étendez-*la* de maniere, que la vis du centre soit à-peu-près au milieu du trou. Placez sur cette peau l'éprouvette *E*, *Pl.* *X X*, qui consiste en deux petits récipients joints ensemble par un robinet, qu'il faut d'abord tenir fermé ; mettez de l'eau dans le vase d'en-haut, & donnez deux ou trois coups de piston pour raréfier l'air dans celui d'en-bas ; ensuite ouvrez le robinet pour faire passer de l'eau sur la platine, jusqu'à ce qu'il y en

ait

ait environ un travers de doigt au-dessus de la vis qui fait l'extrémité du canal ; & puis ayant fermé le robinet, observez bien s'il ne passe point de bulles d'air à travers l'eau, & d'où viennent ces bulles, s'il y en a : si elles sortent autour de la vis, c'est une marque que la soudure de la tige *R* à la platine, est défectueuse, & il faudra la réparer. Si l'air vient par le canal, c'est à la clef qu'il faut s'en prendre, & vous la retravaillerez avec le sable fin & l'eau de savon, jusqu'à ce que, par une pareille épreuve, vous soyez sûr qu'elle est fidéle. Mais toutes les fois que vous remettrez la clef du robinet dans la boëte, ne manquez pas, de bien essuyer l'une & l'autre auparavant, & de mettre sur la clef, un peu de suif de chandelle bien net, en la faisant tourner un peu d'un sens & de l'autre, pour étendre la matiere grasse entre les surfaces qui se touchent.

Mais ce n'est point encore assez que le robinet soit exact & qu'il tienne contre les efforts de l'air extérieur, il faut encore qu'il ne s'en

glisse point entre le corps du piston & la pompe, tandis qu'on le fait descendre pour faire le vuide dans le récipient, & c'est ce que vous reconnoîtrez par une seconde épreuve que voici.

Mettez sous le récipient le petit barometre tronqué dont il est fait mention, *Leçons de Physique*, *Tome* III, *page*. 226, qui est représenté par la figure 14 de la Pl. III. Tournez la clef du robinet, pour ouvrir la communication entre la pompe & le récipient, & donnez cinq ou six coups de piston, afin que le mercure descende d'environ un pouce dans l'instrument d'épreuve; alors si en faisant descendre le piston lentement, & en l'arrêtant pendant une demi minute à différents endroits de son excursion, vous ne voyez point remonter le mercure, mais qu'au contraire il demeure fixé au degré où vous l'avez fait descendre, vous pourrez regarder le piston comme étant exact & il le sera autant qu'il peut l'être, si en continuant de le faire agir, vous pouvez faire descendre le mercure

à une ligne près de son niveau.

Il ne produira même cet effet qu'avec un frottement assez considérable, qui vous fatigueroit en pure perte, dans la plûpart des expériences connues, qu'il ne s'agit que de répéter dans une école, & dans lesquelles on peut se dipsenser de faire un vuide aussi parfait : je vous conseille donc de tenir votre piston plus aisé, dût-il n'abaisser le mercure qu'à quatre lignes au-dessus de son niveau, sauf à le rendre plus serré dans certains cas où l'on a besoin de raréfier l'air davantage : vous le ferez aisément, en garnissant les liéges avec un ruban de fil tourné autour, & recouvert ensuite par les cuirs : & si vous vous appercevez que ces cuirs se rebroussent, au lieu de rester constamment couchés sur les lieges, vous pourrez les arrêter, en y faisant quelques points avec une grosse aiguille & du fil : enfin vous diminuerez encore le frottement sans préjudicier à l'exactitude du piston, en l'enduisant de temps en temps avec un mélange de suif & d'huile d'olives fondus ensemble.

Quand vous aurez fini la clef du robinet, & que vous aurez lieu d'en être content, il faut pourvoir à sa conservation ; le moindre coup qu'elle recevroit, une simple rayure à sa surface, la gâteroit peut-être sans ressource ; pour prévenir ces accidents, vous ferez ensorte qu'elle ne puisse sortir de sa boëte que quand vouz jugerez à propos de l'en ôter ; pour cet effet, vous enfilerez sur la vis qui est au bout, un anneau de cuir gras plus large que le bout de la clef, & par-dessus une rondelle de cuivre mince, & vous retiendrez le tout avec un écrou taillé à pans ; *mais afin* que la clef fasse *tourner la rondelle* & son cuir avec elle, & que l'écrou ne se desserre point, vous percerez dans le bout de la clef & à côté de la vis, un trou dans lequel entrera un petit pied rivé à la rondelle.

Ajoutez à la clef du robinet, encore une partie dont vous tirerez un grand avantage, c'est la soupape marquée *Z*, *Pl. XX*, qui empêchera l'air extérieur d'entrer dans la pompe, quand vous tournerez la clef pour faire

ſortir celui que vous aurez tiré du récipient, en faiſant remonter le piſton ; par-là, il arrivera que le piſton remontera de lui-même en partie, & que vers la fin, vous n'aurez preſque rien à faire pour le ramener au haut de la pompe.

Cette ſoupape eſt un levier angulaire, qui porte au bout d'un de ſes bras, une palette dans l'épaiſſeur de laquelle on a creuſé la place d'une petite piece circulaire de cuir de veau, qu'on y a attachée avec de la colle de poiſſon ; l'autre bras du levier tourne dans une petite fourchette établie à l'extrêmité d'une lame de cuivre dont les bords ſont taillés en queue d'aronde, & qu'on fait entrer un peu à force, dans une couliſſe de même forme, creuſée ſur la partie cylindrique *s* de la boëte. Ce même bras du levier porte un reſſort très-foible qui ſuffit pour faire poſer la palette & ſon cuir, contre le bout de la vis, mais qui céde à l'effort de l'air venant de la pompe, quand on fait remonter le piſton.

Lorſque vous ferez travailler la ma-

chine pneumatique, il eſt important que les trous de la clef du robinet, ſe rencontrent exactement dans la direction du canal, ſoit pour ouvrir la communication du récipient dans la pompe, ſoit pour expulſer l'air que contient celle-ci quand on veut remontrer le piſton, ſoit enfin, quand il s'agit de laiſſer rentrer l'air extérieur dans le récipient. La main s'accoutume peu à peu aux mouvements qu'elle doit faire pour cela; mais pour la commodité de ceux qui n'auroient point acquis cette juſteſſe par habitude, je fais entrer à vis ſur le gros bout de la clef, une petite cheville d'acier *l*, qui eſt paralelle à la longueur de la poignée *v u*, & je fais au bout de celle-ci, qui répond à la cheville, une marque très-facile à appercevoir, (*) ou ſimplement un petit trou rempli de cire noire; je place de même deux autres chevilile *x*, *x*, en haut & en bas de l'entrée de la boëte, ayant égard à leur épaiſſeur; par ce moyen, l'on n'eſt aſſujéti qu'à tenir la poignée de la clef horizontale, quand on

fait descendre le piston ; la rencontre des chevilles lui donne la situation qu'il faut qu'elle ait pour les deux autres fonctions.

Le Rouet que j'ai ajouté au pied de la machine pneumatique, est une espece d'appendice qu'on peut ôter quand on veut, dans les cas, par exemple, où l'on auroit besoin d'un plus grand espace libre, tout autour de la platine, ou si l'on vouloit mettre, en sa place, un guéridon pour porter un chandellier ; lorsqu'on travaille aux lumieres, ou quelqu'autre piece nécessaire à l'expérience qu'on a intention de faire.

Ce rouet est composé de deux montants *F*, *G*, *Pl. XXI*, assemblés paralellement entr'eux par deux traverses, & à deux pouces de distance l'un de l'autre ; d'une roue de seize pouces de diametre, que l'on fait tourner avec une manivelle ; & d'une potence mobile de haut en bas, qui porte des poulies de renvoi, avec un arbre tournant pour communiquer un mouvement de rotation.

La traverse d'en-bas *G*, est assemblée à queues perdues dans les deux

montants ; l'autre avec des tenons taillés en queue d'aronde, defcend en *H*, par des couliffes *I*, *K*, creufées & difpofées pour cela dans l'épaiffeur des montants. A l'un des deux eft creufée en dehors une pareille couliffe fur la longueur *L M*, par laquelle le rouet fe joint & s'attache à la piece *D*, qui fait partie du pied de la machine.

La roue, comme je l'ai déja dit, a 16 pouces de diametre ; pour la conftruire & pour la placer dans fon chaffis, vous n'aurez qu'à fuivre ce que j'ai enfeigné touchant celle qui fait partie de la machine des forces centrales, foit que vous la *faffiez pleine*, ou à jour : l'axe & *la manivelle* pouront être auffi de cuivre fondu fur des modeles, que vous ferez en bois. Voyez les *Avis* fur la Ve. Leçon, où j'ai donné la conftruction d'une pareille roue, en parlant de la machine des forces centrales. La piece *N*, de la potence, gliffe fuivant fa longueur entre les deux montants du chaffis, & y eft contenue de part & d'autre par la couliffe *I K*, appropriée aux queues

d'arondes qui sont réservées sur les faces *N*, *N*: le bas de cette piece est ouvert, pour servir de moufle à une poulie de bois qui a deux pouces ½ de diametre, avec deux gorges paralelles & concentriques qui ne sont séparées l'une de l'autre que par une languette fort mince : les joues de cette poulie, sont un peu bombées du milieu, pour ne toucher que par cet endroit, les côtés de la moufle : au milieu de la coulisse qui reçoit la piece *N* ,*N* , chaque montant est percé d'une rainure à jour *n n*, par laquelle on fait passer un petit boulon de fer bien arrondi , qui sert d'axe à la poulie. Ce boulon a une tête platte de cuivre tournée en rosette, sous laquelle il y a un quarré qui entre aisément dans la rainure ; l'autre bout est une vis qu'on reçoit avec un écrou à oreilles, sous lequel on enfile une autre rosette de cuivre mince ; au moyen de cet ajustement, la double poulie tourne dans sa moufle , & la potence se fixe à telle hauteur que l'on veut dans la coulisse. Au haut de la piece *NN*, & de chaque côté, est une poulie

de renvoi représentée plus en grand en *O*, & dont je parlerai tout-à-l'heure.

La piece *P Q* de la potence, a environ un pied de longueur, & elle est coupée en deux parties, dont l'une se replie sur l'autre quand on veut, par le moyen d'une charniere, comme on le peut voir en *p q*, cela est commode pour débarrasser le dessus de la machine pneumatique, sans enlever le rouet; la partie *p q* plus mince que le reste, est percée à jour, d'une rainure qui a six lignes de largeur & dans laquelle glisse la piece *R*, qui porte l'arbre tournant & sa poulie.

Cette piece est moulée en cuivre; elle porte en dessus, & au milieu de sa longueur, un bout de vis gros comme le petit doigt, qui entre avec un quarré à côté, pour empêcher qu'elle ne tourne, dans la rainure, & qui l'ayant traversée, est prise par un écrou à oreilles; au moyen de quoi l'on arrête tout ce qui tient à cette piece à tel endroit que l'on veut de la rainure. La vis est percée suivant sa longueur, par un trou qui a quatre lignes de diametre; & la bride *r r* qui s'attache sous la

piece *R* avec deux vis, eſt percée en ſon milieu d'un trou de pareille grandeur. L'arbre tournant *S*, fixé dans une poulie qui a deux pouces de diametre, eſt reçu entre ces deux pieces; il entre de deux lignes ſeulement dans le trou de la vis, & il traverſe & excede d'un bon pouce, la bride *r r*; il y tourne avec liberté, & on a l'attention de réſerver une portée de part & d'autre, afin que la poulie ne puiſſe ni monter ni deſcendre.

Vous ferez l'arbre tournant d'un morceau de cuivre de fonte, que vous percerez d'abord d'un bout à l'autre, en le faiſant tourner contre le foret. Enſuite vous rendrez le trou quarré, en faiſant entrer dedans, des broches d'acier de cette forme, & en le battant ſur un tas ou une enclume, juſqu'à ce qu'il puiſſe en recevoir une qui ſoit de même groſſeur d'un bout à l'autre, & dont chaque face, ait une ligne $\frac{1}{2}$ de largeur. Vous l'arrondirez enſuite ſur le tour, en plaçant les pointes dans les deux bouts du canal quarré, & vous formerez les portées: la partie compriſe entre elles, ſera taillée à pans pour

recevoir le morceau de bois, dont vous ferez ensuite la poulie.

La corde sans fin qu'on fait aller avec la grande roue, sera un ganse de soie grosse comme une très-petite plume à écrire, elle se croisera sous la poulie qui est au bas de la piece *N N*, se logera d'un côté dans la gorge la plus prochaine du montant *F*, & de l'autre, dans la gorge qui avoisine de plus près le montant *G H*; elle montera de part & d'autre sur la poulie de renvoi *o*, & se réunira en embrassant la poulie de l'arbre tournant: il faut avoir soin de réunir les deux bouts de la corde, de façon, qu'elle ne devienne pas plus grosse en cet endroit, qu'elle ne l'est ailleurs; & pour qu'elle ne gêne point les poulies, & qu'elle ne soit point sujette à sortir de leurs gorges, vous aurez soin, qu'en montant parallellement à la face & aux côté de la piece *NN*, elle trouve la poulie de renvoi dans le même plân, & qu'en sortant de celle-ci avec une direction parallelle à la piece *PQ*, elle y rencontre la poulie de l'arbre tournant. Chacune des poulies de renvoi, est mon-

tée comme on le voit en *O*, dans un petit chaſſis fait avec des lames de cuivre, & qui s'attache avec deux clous d'épingle, ou avec deux vis en bois; comme la poulie qui eſt au bas de la piece *N N* a deux gorges, la corde montante d'un côté, ſe trouve un peu plus réculée, que de l'autre; il faut y avoir égard, en plaçant les poulies de renvoi.

Si l'on ſe repréſente maintenant, le rouet aſſorti de toutes ces pieces, & attaché au pied de la machine, comme on le peut voir par la figure, qui fait voir la machine de profil *Pl. XXI.* on comprendra aiſément, que la grande roue en tournant, doit communiquer par la corde ſans fin & par les poulies, à l'arbre tournant de la piece *R*, un mouvement de rotation d'autant plus rapide, que cette roue ſurpaſſe en diametre, la poulie de cet arbre; & que ſi l'on joint une tige de métal à cet arbre, en l'engageant par un bout dans ſon trou quarré, & en l'y retenant avec une vis de preſſion comme *S* ou *s*, cette tige participera au même mouvement, non-ſeulement elle, mais tout ce

qu'on y voudra attacher. Il ne s'agit plus que de faire passer la tige *T*, dans le récipient de telle façon, que ses mouvements ne permettent point à l'air extérieur de s'y introduire.

Pour cet effet, on se sert d'un récipient qui a par en haut un goulot ouvert comme pour y passer le doigt, sur lequel on attache avec du mastic, une virole de cuivre qui a un fond un peu épais, percé au milieu & taraudé pour recevoir la vis d'une *boîte à cuirs*. Cet instrument qu'on fait couler en cuivre en donnant un modele de bois au fondeur, est un cylindre creux qui a dix à douze lignes de diametre intérieurement, sur un pouce de hauteur, avec un fond qui porte une vis *u* grosse comme le petit doigt. Cette boîte se ferme par le haut, avec un couvercle à vis qui entre dedans, & dont le bord un peu saillant est godronné tout autour. Ce couvercle, ainsi que la vis *u*, est percé au milieu, pour donner passage à une tige ronde de métal, grosse comme une plume à écrire. Avant que d'y faire entrer cette tige, on remplit la boîte, ainsi

que le couvercle, avec des rondelles de cuir de buffle, qu'on a laissé tremper pendant quelque temps, dans un mélange de suif fondu avec partie égale d'huile d'olives, & au centre desquelles on a fait un trou avec un poinçon ; quand ces cuirs sont bien pressés avec le couvercle, on fait passer la tige de métal au travers de la boîte, & au moyen de ces cuirs gras qui la serrent sur une longueur d'un bon pouce, si elle est bien ronde & cylindrique, elle y peut tourner & glisser, sans que l'air passe entr'elle & les cuirs.

Je suppose donc qu'on ait vissé une boîte à cuirs sur la virole du récipient, en enfermant entre l'une & l'autre un anneau de cuir gras, pour rendre la jonction plus exacte ; on fera passer la tige *T* au travers, & l'on engagera le bout *t* qui est quarré & un peut en dépouille, dans l'arbre tournant *s* ; au-dessous du quarré on fera bien de souder une rosette de cuivre tournée, sous laquelle on enfilera un cuir gras, afin que la tige ne puisse pas descendre, & que l'air extérieur ne puisse point s'insinuer

dans la boîte ; la partie de la tige qui tournera dans les cuirs, doit être bien ronde ; on limera le reste en quarré, & tout ce qu'on enfilera dessus, s'y arrêtera avec une vis de pression.

Quand on ne fait point usage du rouet, & que la tige de la boîte à cuirs est menée à la *main*, soit que son mouvement se fasse en tournant, soit qu'il se fasse de haut en bas, il faut rapporter au bout d'en-haut, un anneau *V* de fonte qu'on lime proprement, & qui se monte à vis. Le bout d'en-bas porte un quarré & quelques filets de vis, pour y joindre une pince, un crochet, *ou quelque* autre instrument, qu'on y arrête avec un écrou ; & afin que la tige en glissant d'un bout à l'autre dans la boîte, soit toujours également serrée par les cuirs, on la fait d'un gros fil de laiton passé à la filiere.

Quand on n'a point de mouvements à faire dans le vuide, il faut employer des récipients dont le haut soit terminé par un bouton creux, comme *X* ; cela diminue un peu du prix, parce qu'ils en sont plus légers;

mais

mais on a encore la commodité d'y ſuſpendre facilement tout ce que l'on veut, en engageant dans la gorge, un bouchon de liege qui porte un crochet.

Tous les récipients, tant grands que petits, ſoit à goulot, ſoit à bouton, doivent avoir au-deſſous de cette partie la forme d'une voûte qui ne ſoit point trop ſur-baiſſée : on fera le corps du vaiſſeau cylindrique, & le bord ſera dreſſé avec du ſablon & de l'eau ſur une plaque de métal bien droite & bien unie ; on en trouvera aiſément de fer coulé qui ne ſeront point cheres : au défaut d'une plaque de métal, on pourra ſe ſervir du revers d'une table de marbre.

Les récipients de machines pneumatiques ſe font en verre ou en cryſtal ; ceux-ci ſont préférables aux premiers ; on en ſera ſuffiſamment aſſorti pour les expériences ordinaires, ſi l'on en a ſeulement deux, tant à bouton qu'à goulot, ſur les meſures ſuivantes, qu'on ne doit prendre que pour des à-peu-près, parce que cela ſuffit, & parce qu'on auroit beaucoup de peine, ſur-tout

pour les épaisseurs, à les faire exécuter à la rigueur aux Verreries.

Diametre.	*Hauteur sous le bouton.*	*Épaisseur.*
pouces.	pouces.	lignes.
9....	...12...	....2....
6....	....8...	....1. ½.
4....	...10...	....1. ½.
4....	....6...	.....1.
3....	....4...	.....1.

Ces dimensions pour les capacités m'ont paru les plus convenables; mais si par extraordinaire, on avoit besoin d'un vaisseau beaucoup plus grand, il ne faudroit *pas regarder les* limites de la *platine comme un* obstacle invincible ; il suffiroit d'y assujétir le bord du récipient qui pose dessus, le reste du vaisseau pourroit en devenant plus haut que les autres, augmenter aussi de largeur.

J'ai encore plusieurs choses à dire touchant les machines qui assortissent la pompe pneumatique, mais j'en parlerai à mesure que les expériences suivantes m'en fourniront l'occasion; j'ajouterai seulement encore ici quel-

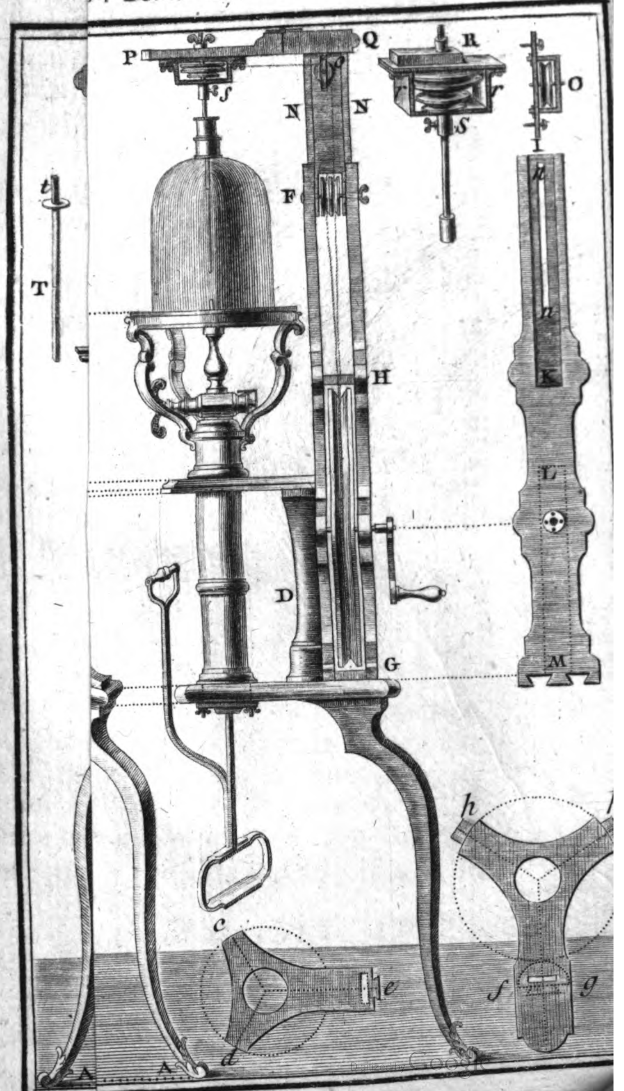
ques avis sur la maniere de manœuvrer cette machine, & sur les moyens de l'entretenir en bon état.

Si vous avez été quelques temps sans vous en servir, commencez par faire couler dans la pompe, plein une cuiller à bouche d'huile d'olives, que vous introduirez par le haut du canal, en abaissant peu-à-peu le piston, que vous ferez ensuite monter & descendre trois ou quatre fois, ou jusqu'à ce que vous sentiez qu'il a pris l'huile, & qu'il glisse aisément; poussez-le ensuite jusqu'en haut, & faites-le appuyer contre le fond, afin que le trop d'huile sorte & se répande sur la platine, que vous essuirez avec un torchon. Ensuite ayant étendu les cuirs mouillés, & préparé votre expérience sur la platine, appuyez votre main gauche sur la tablette supérieure, portez votre droite à la poignée de la clef, & votre pied droit dans l'étrier du piston; tenez la poignée de la clef horizontale, en abaissant le piston avec le pied, & dans l'instant que l'étrier arrive en bas, tournez la clef de gauche à droite, jusqu'à ce que les chevilles

ſe rencontrent. Alors pour remonter le piſton, le pied & la main gauche reſtant à leurs places, portez la main droite à la poignée de la branche montante *Y, Pl. XX.* & en la tirant de bas en haut, contretenez l'etrier en le pouſſant un peu en avant avec le bout du pied, juſqu'à ce que vous ſentiez que le piſton touche le haut de la pompe, & contenez-*le*, dans cet état avec le pied, avant de tourner la clef pour donner un ſecond coup. En obſervant cette marche exactement, vous en acquererez bientôt l'habitude, & vous ferez promptement le vuide ſans vous fatiguer. Pour laiſſer rentrer l'air dans le récipient, vous tournerez *la poignée* de la clef verticalement, en mettant en haut le bout que vous mettez en bas, quand vous remontez le piſton; alors ſi vous appuyez un peu avec le bout du doigt ſur la queue de la ſoupape, l'air extérieur ſe portera avec précipitation dans le récipient.

Quand la machine pneumatique eſt fort long-tems ſans ſervir, il ſe fait du verd-de-gris en dedans, & le piſton s'attache fortement au cuivre; on fera bien de le faire chan-

s. Tome II. Pl. 21.



ger de place de temps en temps, pour prevenir cette adhérence : on le fera sortir aussi quelquefois de la pompe, pour visiter les cuirs, enlever la vieille graisse & en remettre de la nouvelle ; il faut nétoyer de même le robinet, en ôtant la clef de sa place, & en faisant passer des plumes de coq à contre-sens à travers les trous, & à travers le canal ; mais il ne faut point oublier de remettre une légere couche de suif sur la clef, avant de la remetre dans sa boîte.

Quand on a une expérience délicate à faire, il faut commencer par éprouver la machine pneumatique, comme je l'ai indiqué ci-dessus, avec l'éprouvette à l'eau, & avec celle de mercure.

POUR revenir à la premiere expérience qui a donné lieu à cette longue digression, j'avertis qu'il n'est pas nécessaire de péser le ballon dans l'eau ; on pourra se dispenser de cet embarras, & faire la pesée dans l'air, pourvu que la balance soit bien mobile ; celle que j'ai décrite au commencement des *Avis* sur la septieme Leçon, *pag*. 264. sera très-

bonne pour cela. Tandis qu'on fait le vuide dans le ballon, il eſt à propos de l'envelopper d'une ſerviette dont lés quatre coins ſoient noués en deſſous, afin que ſi, par hazard, il venoit à ſe caſſer, lès éclats de verre ne bleſſent perſonne.

Ne plongez point, à l'imitation d'Hauxbée, votre ballon vuide, dans l'eau, pour y en *faire* entrer à la place de l'air que vous aurez ôté; l'humidité qui y reſteroit, mettroit beaucoup d'incertitude dans les expériences que vous feriez enſuite avec le même vaiſſeau: ayez-en plutôt un autre, n'importe de quelle forme & de quelle grandeur, pour *faire* cette démonſtration; & s'il peut-être beaucoup plus long que large, vous ferez voir en même-tems, que l'eau qui n'a point été purgée d'air, ſe déſaiſit en entrant dans le vuide, de celui quelle contient naturellement; d'où il ſuit que cet air gagnant le haut du vaiſſeau, ne permet pas qu'il y entre autant d'eau qu'il y en entreroit ſans cet obſtacle: voici comment je fais cette expérience.

A, Pl.XXI.Fig. 1. eſt un tube de verre

qui a quatorze ou quinze pouces de longueur ſur dix-huit ou vingt lignes de diametre ; il eſt renflé par le bas, avec un goulot ſur lequel eſt maſtiquée une virole de cuivre avec un fond un peu fort. Ce fond eſt percé au milieu & taraudé pour recevoir un robinet *C* qui s'y joint par une vis. Sur ce trou qui reçoit le robinet, on a ſoudé un ajutage de trois pouces ½ de hauteur, & dont l'orifice a près d'une ligne de diametre. Le canal du robinet eſt prolongé par un tuyau *B* de laiton ou de ferblanc, qui a ſept à huit pouces de longueur, & qui ſe joint à vis, avec une aſſiette qui preſſe un cuir gras, comme le robibinet en preſſe un autre contre le fond de la virole, afin que l'air ne puiſſe point entrer par ces jonctions.

Le tuyau *B* étant ôté, je viſſe le robinet au centre de la platine de la machine pneumatique, aſſez avant pour qu'il touche les cuirs mouillés, & je fais le vuide dans le tube *A*; je ferme le robinet *C*, & j'enléve la piece, pour y remettre le tuyau B, que je plonge dans un grand gobelet plein d'eau claire ; alors j'ouvre le robinet, & l'on voit l'eau du go-

belet s'élever dans le tube *A*, en forme de jet & retomber toute laiteuse, & pleine de petites bulles d'air, dans la partie renflée. Cette eau sort ensuite, par un petit trou fait au fond de la virole, à côté de l'ajutage, & que le robinet tient fermé avec le cuir gras qu'il presse, pendant l'expérience.

Quand on veut couper une pomme ou une tranche de navet, par la pression de l'air extérieur, il faut garnir le petit récipient qui est ouvert par en-haut, avec une virole de cuivre dont le bord supérieur soit tranchant ; & couper la pomme en deux moitiés pour les appliquer dessus l'une après l'autre.

X. LEÇON. I. Section. *Pl. II. Fig.* 6.

LA vessie tendue sur le récipient, manque souvent de crever, parce que'lle échappe à la ligature ; pour faire cette expérience avec succès, il faut choisir une vessie mince, (celle de porc est très-convenable), en choisir un morceau qui n'ait aucun trou, & assez large pour déborder le récipient de trois doigts tout autour ; le mouiller, l'étendre sur les bords du vaisseau, & le lier au collet

avec

avec une ficelle fine, qui fasse au moins cinq à six tours, & que l'on serrera leplus qu'on poura avant de la nouer; ayant soin, après le premier ou le second tour de la fiscelle, de tirer les bords de la vessie, afin qu'elle soit bien tendue : & tandis qu'elle sera encore toute mouillée, il faut la rabattre & la presser avec le plat de la main sur les bords du vaisseau, afin qu'elle s'y colle.

Au moment de l'expérience, si l'on s'apperçoit que la vessie ne soit pas bien seche, il sera à propos de la présenter au feu ou aux rayons du soleil; & si malgré ces précautions, elle tardoit trop à crever, on la fera partir en donnant un petit coup au milieu avec le doit : le récipient qui sert à cette expérience ne doit point avoir moins que quatre à cinq pouces de diametre, pour bien faire.

Si l'on fait casser un morceau de vître arrondi, il faut interposer sur les bords du récipient, un anneau de peau de chamois mouillé, afin qu'il s'y joigne plus exactement : on n'oubliera point de couvrir le bout du canal qui est au centre de la pla-

tine avec l'opercule dont j'ai fait mention dans les *Avis* sur la seconde Leçon, *pag* 36. de peur qu'il n'y entre quelque petits éclats de verre, qui pourroient gâter le robinet; & il sera prudent de jetter un mouchoir ou une serviette sur le morceau de vître, pour contenir les morceaux quand il viendra à se rompre.

Seconde Expérience.

X. I. LEÇON. I. Section. *Pl. II. Fig.* 8.

Il sera assez difficile de se procurer un syphon de huit pieds de hauteur, tel que celui que j'ai décrit dans la *préparation* de cette expérience; & en supposant qu'on le puisse avoir, il sera fort en risque de se casser par en-bas, lorsqu'on l'aura rempli de mercure. Dans une école publique, il faudra se contenter de donner à cet instrument trois pieds $\frac{1}{2}$ de hauteur, & de réduire la colonne d'air interceptée dans la petite branche à la moitié de son volume, par une colonne de mercure de 28 pouces: alors il suffira qu'il soit de la grosseur des tubes à barometres, & qu'il soit attaché sur une planche,

dont la longueur soit divisée par pouces.

Troisieme Expérience.

X. LEÇON. I. Section. *Pl. II. Fig. 9.*

LA préparation de cette expérience est suffisamment expliquée dans l'endroit cité en marge ; j'observerai seulement, que la planche sur laquelle est attachée le barometre, doit être extrêmement mince & légere, pour n'être point sujette à se renverser ; on pourroit même s'en passer, & marquer seulement avec un fil lié autour du tube, l'endroit où s'est fixé le mercure, au commencement de l'expérience.

Quatrieme Expérience.

X. LEÇON. I. Section. *Pl. II. Fig. 10 & 11.*

C'EST au Chaudronnier à préparer ces hémispheres avec du cuivre rouge d'une épaisseur convenable à leur grandeur ; ensuite les bords étant bien dressés ; on soude à l'un des deux avec la soudure d'étain, un anneau plat, large de sept à huit lignes, fondu en cuivre jaune & dressé sur le tour & à la lime, avec une rainure circulaire sur une de ses faces, dans la-

quelle on fera entrer les bords de l'hémisphere.

Ces deux calotes seront percées au milieu de leur convexité, l'une pour recevoir le bouton avec l'anneau de suspension, l'autre pour se joindre au robinet ; mais comme ces deux parties ont de grands efforts à soutenir, il sera bon d'augmenter leur épaisseur, par deux pieces de métal rivées & soudées à l'étain ; l'une sera placée en dedans pour servir de contre-rivure au bouton ; l'autre s'attachera en dehors, pour servir d'écrou à la vis du robinet, & sa face circulaire sera bien dressée & couverte d'un anneau de cuir gras, afin qu'il s'y joigne exactement.

Cinquieme Expérience.

X. Leçon. I. Section. Pl. II. Fig. 14.

Quoiqu'on puisse faire cette expérience avec les hémisphères de la précédente & un grand récipient, il sera cependant plus commode d'y en employer qui n'aient que trois pouces ou trois pouces ½ de diametre : quand on les aura attachés ensemble, par quelques coups de piston, on fermera & l'on dévissera le robinet, jusqu'à

ce qu'il ne tienne plus à la machine pneumatique que par les derniers pas de vis qui ſont tranchés par deux rainures, comme je lui dit, *page* 471. Alors il n'empêchera pas, que la pompe ne tire l'air du récipient dont on aura couvert les hémiſphers; quant à la boîte à cuirs, j'en ai donné la conſtruction ci-deſſus, *page* 494.

Ces hémiſpheres grands & petits ſeront beaucoup mieux s'ils ſont peints à l'huile, ou avec quelque vernis coloré, tant par dedans que par dehors, excepté la face de l'anneau plat, ſur laquelle s'applique le cuir mouillé.

SI vous voulez prouver par l'expérience qui eſt rapportée dans l'explication de celle-ci, que la raréfaction de l'air dans le récipient eſt proportionnelle au rapport qu'il y a entre la capacité de ce vaiſſeau & celle de la pompe, voici quelques *Avis* que vous pourrez ſuivre pour la préparer. Faites un barometre ſimple, comme celui dont j'ai donné la conſtruction, dans les *Avis* ſur la ſeptieme Leçon *page* 307. & montez le de la maniere ſuivante.

X. LEÇON. I. Sect. P III. *Fig.* 13

Ayez une platine ronde de cuivre bien dreſſée, d'une bonne ligne d'épaiſſeur & de trois pouces de diametre; percez-la au milieu & ſoudez-y une virole ronde d'un pouce de hauteur, capable de recevoir un tube de barometre, & un peu évaſée par en-haut; ajoutez un demi-cercle plat & concentrique, dont les deux bouts ſe replient pour joindre la virole, comme il eſt repréſenté par le plan, en *A Fig.* 2. & que le tout ſoit bien ſoudé. Cette eſpece d'emboîture recevra un morceau de bois léger *B C*, qui aura une face platte d'un pouce ½. de large, dans toute ſa hauteur, avec une rainure au milieu, pour loger en partie le tube du barometre; le reſte ſera arrondi en demi-cylinde par en-bas, & aminci enſuite de plus en plus juſqu'en haut. Ayant arrêté cette piece dans ſon emboîture avec trois ou quatre clous d'épingle, vous diviſerez la face qui eſt droite par pouces juſqu'au nombre de 30 que vous numéroterez, en commençant à les compter de la ligne *D d*, ou ſera le niveau du mercure dans le culot; cette graduation ſe

marquera, ou sur un papier blanc que vous collerez au bois, ou sur une impression de blanc détrempé à la colle; après cela, vous y placerez le barometre, en faisant passer le tube par-dessous la platine, dans la virole du centre, & vous l'arrêtrez dans la rainure avec deux ou trois liens de fil de laiton recuit, que vous ferez passer à travers le bois, & que vous tortillerez par-derriere : & afin que l'air ne puisse point passer entre la virole & le tube, vous profiterez de l'évasement, pour y faire entrer de la cire molle.

Pour l'expérience dont il s'agit, vous ferez choix d'un récipient assez ouvert par en-haut, pour que le culot *D* puisse y passer aisément, & dont la capacité soit dans un rapport connu avec celle de la pompe; supposez, par exemple, que vous vouliez les deux capacités égales; vous commencerez par reconnoître celle de la pompe, en versant de l'eau dedans par le canal du robinet, autant qu'elle en peut contenir lorsque le piston est totalement abaissé, & en la mesurant ensuite. Vous ferez pas-

ser cette quantité d'eau, ou une semblable dans différents récipients, jusqu'à ce que vous en trouviez un qui la contiennent à peine, ou qui soit même un peu trop petit pour la contenir; & quand il sera plein, vous y plongerez encore un culot bouché, semblable à *D*, qui en fera sortir une partie. Quoique le vaisseau soit ouvert des deux côtés, il contiendra l'eau que vous y mettrez, si vous faites tenir son bord d'en-bas appuyé sur la platine de la machine pneumatique couverte de son cuir mouillé.

Quand vous aurez ainsi la quantité d'eau juste, que le récipient peut contenir, déduction faite de celle dont le culot *D* ou un volume équivalent tient la place, vous la ferez couler dans la machine pneumatique en abaissant peu à peu le piston, jusqu'à ce que tout y soit entré, & vous placerez sous l'étrier, quelque bout de planche qui l'empêche de descendre plus bas; alors vous serez sûr qu'à chaque coup de piston que vous donnerez en faisant votre expérience, la capacité de la pompe sera égale à celle du récipient : vous parvien-

drez de même à trouver un autre rapport, s'il vous eſt plus commode.

Le choix du récipient étant fait, vous aurez ſoin que le bord d'en haut ſoit dreſſé comme celui d'en bas; vous y placerez un anneau de cuir mouillé, & par-deſſus, laplatine qui porte le barometre, ayant ſoin de le contenir avec la main pendant les premiers coups de piſton. Après l'expérience, il faut laiſſer rentrer l'air peu à peu, & non pas bruſquement, de crainte, que le mercure en s'élançant avec trop de précipitation, n'aille caſſer le haut du tube.

UNE veſſie de mouton dans laquelle on a laiſſé un peu d'air, & dont ou a bien lié le col avec du gros fil, s'enfle à vue d'œil ſous un récipent a meſure qu'on y fait le vuide; on fait voir que cet effet à lieu, quoiqu'on la charge d'un poid de 8 à 10 livres ou d'un plus grand encore, en la mettant dans un vaſe cylindrique de fer-blanc *E*, *Fig.* 3. ſous un autre *F*, qui entre dans le premier & qu'on remplit de balles de plomb. Le vaſe extérieur a quatre pouces½de hauteur ſur trois½de

diametre ; son fond qui est élevé d'un pouce plus haut que le bord inférieur, est concave en dessus, & la partie qui est au-dessous est percée de plusieurs petits trous dans son pourtour. Le vase *F* n'a que deux pouces de hauteur avec un fond concave en dessous, & il doit glisser avec façilité de bas en haut : on place la vessie flasque entre les deux fonds, & c'est pour cela que les deux concavités se regardent ; voyez la coupe *ef*.

Si l'on n'a point la commodité de se procurer ce double vase de métal, on y suppléra, en mettant la vessie au fond d'un bocal *d'Apoticaire* *G*, & en la chargeant d'un cylindre de bois tourné, un peu concave en dessous, & d'une ou de plusieurs molettes de plomb enfilées sur une broche de fer, implantée au milieu de la face supérieure.

LES bouteilles qu'on veut faire casser dans le vuide doivent être minces, & pour cela, soufflées à la lampe ; on fera bien de les applatir un peu ; elles doivent aussi contenir de l'air non raréfié : il faudra

donc prendre garde qu'elles ne ſoient chaudes quand on les ſcellera: on aura ſoin de les préparer avec un col d'un pouce de longueur, terminé en tube capillaire ; & de les tenir, pour bien faire, ſur de la glace pilée, quand on les préſentera pour le ſcellement.

POUR vuider l'œuf & le remplir, au lieu de le placer dans le gobelet, tenez-le ſuſpendu au-deſſus, avec la tige d'une boîte à cuir garnie d'une pince à jour, qui fait reſſort, & dans laquelle on le fait entrer en le pouſſant ; voyez la *Fig.* 4. quand il ſera vuide vous le ferez deſcendre au fond du gobelet, & vous ferez rentrer ce qui en eſt ſorti, en rendant l'air dans le récipient : il faut pour cela que le fond du gobelet ſoit fort concave, afin que le trou de l'œuf ſoit plongé juſqu'à parfaite exhauſtion : il y a des verres à boire dont la coupe a la forme qu'il faut pour cela ; faute de mieux, on en prendra une que l'on attachera avec de la cire molle ſur une patte de plomb.

Si vous voulez laver la cocque de l'œuf intérieurement, & la rem-

plir de crême ou de quelque autre matiere liquide, au lieu de faire l'immersion dont je viens de parler, vous laisserez rentrer l'air dans le récipient, & vous mettrez en place du gobelet un autre vase avec de l'eau claire & chaude si vous voulez; ayant fait le vuide, vous y plongerez la coque, & vous rendrez l'air dans le récipient, pour la remplir: vous l'éleverez d'un pouce au-dessus du vase, & vous ferez le vuide, pour déterminer l'eau à sortir; en recommençant ainsi deux ou trois fois, vous parviendrez à la nétoyer parfaitement, après quoi vous finirez par la remplir suivant votre intention.

Figure 15. Dans l'expérience représentée par la figure citée en marge, au lieu d'eau claire, on fera mieux d'employer de l'eau teinte avec de l'orseille.

Sixieme Expérience.

X. Leçon. I. Section. Pl. III. Fig. 16 & 17. POUR se procurer le vaisseau qui est la principale piece dans cette expérience, & qu'on appelle *Fontaine de compression*, il faut s'adresser à un Chaudronnier adroit, qui le fera

ainsi que le pied, avec du cuivre rouge, suivant un modele qu'on lui taillera en carton ou dans une feuille de papier épais, & qui en représentera la coupe suivant l'axe. Quoique la forme & les dimensions en soient assez arbitraires, on ne fera point mal de suivre à-peu-près celles qui sont indiquées en *H*, *Fig.* 5. En prenant la ligne *ab* pour quinze pouces, & en la divisant en quatre parties égales par des lignes qui la coupent à angles droits comme *cc*, *dd*, *ee*, on tracera facilement le profil de la fontaine & de son pied ; & d'après cela, l'ouvrier fera un calibre pour se régler : s'il entend bien la rétreinte, il formera le corps de la fontaine de deux pieces, & même d'une seule, parce qu'il doit rester en *H*, une ouverture circulaire de trois pouces de diametre : au pis aller, il la fera de trois pieces, savoir le haut & le bas de deux pieces arrondies & embouties en forme de calotes, & le milieu, d'une virole qu'il rendra propre à s'y joindre ; mais de quelque maniere qu'il s'y prenne, il faut que ces deux ou trois pieces soient assemblées à

soudure forte, bord contre bord, & qu'il ne reste au cuivre aucune gerçure, ni aucun défaut par où l'air ou l'eau puisse sortir. Le pied sera fait d'une forte virole façonnée en gorge, avec un quarré à chaque bout; & elle sera soudée à soudure forte sur la convexité d'une patte emboutie, & rebordée tout autour pour avoir plus de force: ces deux pieces n'en faisant plus qu'une, seront rapportées au fond de la fontaine, par une large soudure d'étain, qu'on r'agréera ensuite avec une lime ou avec un grattoir.

J'ai déja dit qu'il doit rester en *H*, une ouverture ronde de trois pouces de diametre, le Chaudronnier y soudera à l'étain une plaque de cuivre jaune *I*, fondue & tournée, avec une feuillure, percée & taraudée au milieu pour recevoir la vis du robinet *K*, qui s'y joint avec un cuir interposé, afin que l'air ne puisse point s'échapper par la jonction. Ce robinet porte un tuyau de laiton un peu plus menu que la vis, & dont le bout d'en-bas qui est ouvert, doit atteindre, à une ligne près, le fond de la fontaine.

Le robinet reçoit par en-haut, un ajutage *L*, qui s'y joint encore à vis, & avec un cuir interposé : son canal & le trou diamétral de sa clef sont gros comme pour y passer une plume à écrire ; il en est de même de l'ajutage, excepté l'orifice, qui n'a pas tout-à-fait une ligne de diametre.

Si l'on n'est point à portée d'un habile Chaudronnier, qui sache exécuter en cuivre ce que je viens de prescrire, on s'aidera d'un Ferblantier, qui fera le corps de la fontaine de trois pieces, sçavoir, deux calotes *M*, *N*, & une virole conique *P*, qu'il soudera solidement. Il y joindra un pied composé d'une virole *O*, & d'une patte emboutie, dont le bord sera fortifié par un cercle de fil de fer, qu'il renfermera : il soudera en *h*, la piece *I*, & le reste se fera comme je l'ai dit ci-dessus. Si l'on fait la fontaine en ferblanc, il faut y employer les feuilles les plus fortes, & la tenir plus petite que celle qu'on feroit en cuivre, de crainte qu'elle ne créve quand l'air y sera fortement condensé. Il faudra déco-

rer ce vaisseau d'une peinture à l'huile, ou le faire passer par les mains du Vernisseur.

La pompe avec laquelle on comprime l'air dans la fontaine, après qu'on y a mis de l'eau, est de cuivre fondu sur un modele en bois : on l'alaise en dedans & on la tourne par dehors comme celle de la machine pneumatique, *pag.* 447 *& suiv.* on lui donne treize pouces de longueur sur un pouce de diametre intérieurement : l'alaisoir peut être fait d'un seul morceau d'acier soudé au bout d'une tige de fer.

Cette pompe a un couvercle qui se met à vis, & qui est percé au milieu, pour laisser passer *la* queue du piston, laquelle est une tige de fer ronde, avec un manche de tarriere. Le corps du piston se fait comme celui de la machine pneumatique : quand il est tiré jusqu'en haut du corps de pompe, il y a au-dessous de lui un trou de foret par lequel l'air extérieur doit entrer librement; le bas de la pompe, a un fond soudé à soudure forte, au-dessous duquel est un bout de vis qui doit entrer, comme l'ajutage, dans le robinet;

robinet ; le fond & la vis représentés plus en grand à la lettre Q, sont percés d'un trou qui a une ligne de diametre, & le bout de la vis qui est limé à plat, est couvert d'une petite bande de vessie rabattue de deux côtés & liée avec un fil fin dans une gorge, afin que cela n'excede point les filets de la vis. Cette bande de vessie ainsi placée, & renouvellée de temps en temps, sert de soupape ; elle permet à l'air foulé par la pompe d'entrer par le canal du robinet dans la fontaine, & elle l'empêche de revenir, quand on releve le piston.

On commence donc par mettre de l'eau dans la fontaine jusqu'aux deux tiers de sa capacité ; on y joint ensuite le robinet avec son canal ; on visse la pompe au robinet, & en retenant la patte de la fontaine avec les deux pieds, on tire & l'on abaisse alternativement le piston, ayant soin qu'il touche à chaque fois le couvercle d'en-haut & le fond d'en-bas, & en faisant ces deux mouvements bien d'à-plomb, pour ne point fatiguer les endroits par où toutes ces pieces sont

jointes : après cela on ferme le robinet, on enleve la pompe, on met en sa place l'ajutage *L*, & puis on ouvre le robinet pour donner issue au jet d'eau.

Septieme Expérience.

X. Leçon. I. Section. Pl. IV. Fig. 9.

CE qu'on appelle *arquebuse*, *fusil*, ou *canne à vent* est toujours un instrument qui sert à faire partir une balle ou une charge de plomb par le moyen d'une bouffée d'air qu'on a fortement comprimé : les ouvriers, sur-tout en Allemagne, en se piquant d'émulation, ont mis beaucoup de différences dans la construction de cette espece d'arme, qui est plus curieuse qu'utile ; je ne m'arrêterai point à faire connoître toutes ces variétés : je remplirai ma tâche en décrivant avec un peu plus de détail que je ne l'ai fait dans la dixieme Leçon, l'arquebuse à vent de la septieme Expérience, & en y ajoutant la maniere de la construire.

Toute personne qui saura travailler & souder les metaux en général, poura entreprendre de construire le corps de cet instrument, dont la *Fig.*

6. représente l'ensemble ; mais pour le mettre en bois, pour y ajuster la platine, & les autres garnitures, je crois qu'on fera mieux d'employer la main d'un bon Arquebusier, que de l'entreprendre soi-même, si l'on ne s'est point exercé auparavant dans ces sortes d'ouvrages.

Le canon extérieur *AC*, a deux pieds huit pouces & demi de longueur en totalité, avec une queue *A a*, de deux pouces. Il a deux parties *A B*, & *B C*, que vous ferez séparément, & que vous joindrez ensemble par une soudure : la premiere est longue de quatre pouces, & se fait en cuivre de fonte avec sa queue ; la seconde a huit pouces & demi, & se fait en laiton.

Vous ferez la partie *a A B*, de deux coquilles *D*, *E*, que vous ferez fondre sur des modeles de bois & que vous souderez l'une sur l'autre pour ne faire qu'une seule piece, comme *F*, quand vous aurez façonné le dedans, & que vous y aurez placé ce qu'elle doit contenir. Vous réserverez sur le modéle trois petites masses *z*, *e*, *e*, dont vous aurez besoin pour

recevoir des vis ; & autour des échancrures qui ſont au milieu de la longueur, vous laiſſerez de part & d'autre ſur un eſpace quarré, aſſez de matiere, pour que ces deux parties diamétralement oppoſées puiſſent s'applanir à la lime, ſans atteindre le rond ; au modele de la piece *E*, vous laiſſerez aſſez d'épaiſſeur pour que l'échancrure prenne deſſus ; & à celui de la piece *D*, vous laiſſerez en dedans une petite maſſe *d*, dont vous ferez une couliſſe en queue d'aronde pour recevoir la queue d'une ſoupape.

Vous ferez fondre encore ſur un modele, une autre piece *G*, que le Fondeur fera venir creuſe, en mettant dans la direction *Gg*, un noyau gros comme le doigt ; cette piece portera au milieu de ſa longueur, deux parties cylindriques diamétralement oppoſées, de neuf lignes de longueur chacune, ſur huit lignes de diametre. Cette piece eſt deſtinée à faire la boîte & le canal d'un robinet dont la clef aura dix lignes de diametre par le plus gros bout & huit par le plus petit ; vous prendrez donc vos meſures pour qu'il reſte $\frac{1}{4}$ de lignes, ou

une ligne ½ d'épaiſſeur à cette piece, quand elle ſera alaiſée ; & quand à ſa longueur, elle doit traverſer la piece *F*, & l'affleurer d'un côté & de l'autre.

Faites dans les deux parties cylindrique *i*, *k*, un trou de trois lignes de diametre en ſuivant leur axe, & en paſſant par celui de la piece G*g*; alors vous tournerez ces deux parties entre deux pointes, & la partie G *g*, ſur une broche de bois dur ; & quand vous aurez dreſſé les deux bouts de celle-ci, vous formerez a l'un & à l'autre, un drageoir d'une ligne de profondeur.

Vous dreſſerez pareillement les faces des deux petits cylindres ; vous réduirez la groſſeur de l'un des deux à ſix lignes de diametre, & vous prendrez ſur le bout, un tenon fort court & une petite portée. Vous laiſſerez à l'autre toute la groſſeur qu'il peut avoir étant tourné ; mais lorſqu'il ſera hors de deſſus le tour vous agrandirez ſon trou avec un équarriſſoir qui ait peu de dépouille, & vous l'ajuſterez à la groſſeur du petit canon, qui y ſera ſoudé ; enfin vous

finirez à la lime, les endroits qui n'auront pas pu se façonner sur le tour.

Vous ajusterez & vous souderez à soudure forte au bout *k*, une piece de cuivre *y*, grosse comme lui, dont la longueur fasse un angle droit avec la sienne, & qui s'éleve de quelques lignes moins haut que la piece *G g*; vous percerez par en-haut ce petit montant, en y faisant un trou de trois lignes de diametre qui communique avec celui du cylindre *k*, & vous le continuerez jusqu'en bas, par un trou qui soit une fois plus petit; vous dresserez bien le bout d'en-haut, & vous l'arrondirez extérieurement en y faisant un biseau; par en-bas, vous y ferez un tenon, & une portée à niveau de la boîte *G g*: voyez la coupe de toutes ces pieces assemblées, en *H*.

Vous préparerez ensuite une virole de cuivre soudée à soudure forte, qui ait un pouce de diametre extérieurement, sur huit lignes de longueur, & qui porte en dedans, des filets de vis d'un bout à l'autre: vous dresserez à la lime le gros bout de la piece *E*, de

maniere qu'il ſoit dans un plan incliné d'environ dix degrés à l'axe de cette piece aſſemblée avec *D*. Car il faut que la pompe qui viendra s'appuyer contre cette face, ait à-peu-près cette inclinaiſon, voyez *a A B*. Vous ferez donc la place de la virole au bout de la piece *E*, conformément, à cette intention & vous ferez en ſorte que ſon bord affleure le ſien.

Vous ajuſterez pareillement la boîte *G g*, dans les échancrures de la piece *E*, & vous la ferez deſcendre aſſez bas pour qu'elle touche bien le fond, car cela eſt eſſentiel; vous ferez auſſi paſſer à travers cette même piece, le tenon du petit canal montant *y*, & vous ajuſterez en *i*; le petit canon du fuſil, celui qui doit porter la balle.

Le petit canon doit avoir vingt-huit pouces $\frac{1}{2}$ de longueur, par conſéquent il faut lui en donner vingt-neuf à cauſe de la ſoudure; vous prendrez pour le faire, une bande de laiton bien unie, & qui ait par-tout une demi-ligne d'épaiſſeur; vous en dreſſerez bien les bords, & vous la plierez,

ſur une verge de fer bien cylindrique & bien droite de quatre lignes $\frac{1}{4}$ de diametre ; vous la ſerrerez de trois pouces en trois pouces avec des ligatures de fil de fer fin & bien recuit, pour la ſouder avec la ſoudure d'argent.

Après cette opération, vous ferez paſſer d'un bout à l'autre à pluſieurs repriſes, une queue de rat emmanchée d'un gros fil de fer, pour ôter les gouttes, ou les petites inégalités, que la ſoudure auroit pu produire ; enſuite avec un baguette de bois, tendre fendue par le bout, afin quelle faſſe reſſort, & de la ponce ou du ſablon détrempé avec de l'eau, vous acheverez de bien nétoyer le dedans ; & quand vous l'aurez lavé & eſſuyé, vous le perfectionnerez de la maniere ſuivante.

Ayez une verge de fer (elle vaudroit mieux ſi elle étoit d'acier) bien unie & bien calibrée, de 4 lignes $\frac{1}{2}$ de diametre, mais un peu en dépouille par un bout ; faites-la entrer de trois ou quatre pouces, dans un des bouts du canon, & ayant poſé cette partie ſur un tas ou ſur un enclu-

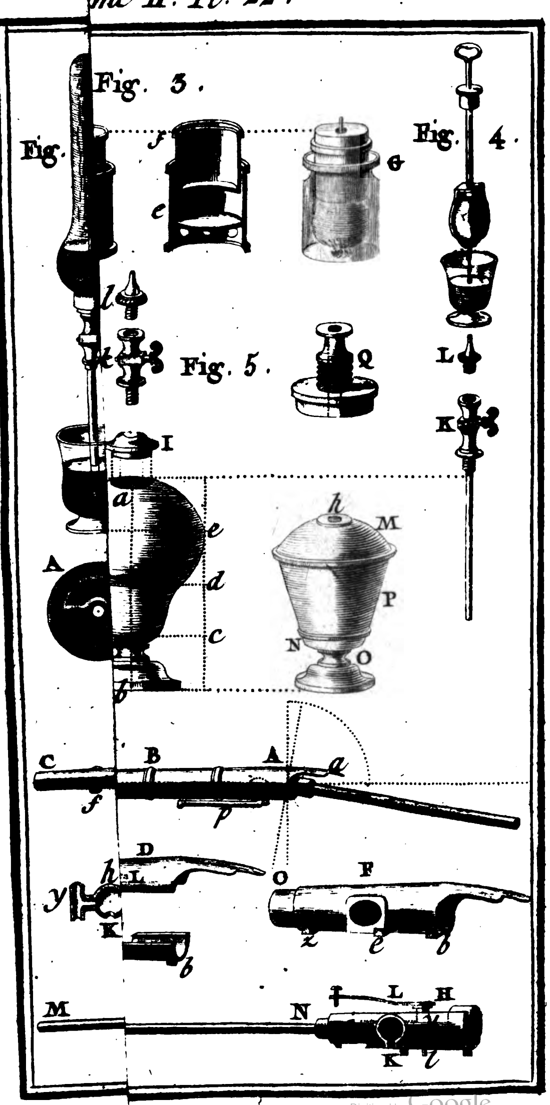
meau

meau bien uni, battez le cuivre avec un moyen marteau à petits coups & tout autour, & faites ainsi avancer la verge de plus en plus, jusqu'à ce qu'elle puisse sortir par le bout opposé à celui par lequel elle est entrée; par cette façon, le canon se mettra de calibre, prendra de la consistance, & sera en état d'être soudé avec la soudure d'argent à la piece g G. Mais il faut auparavant l'éprouver, en le bouchant par un bout, & en le remplissant d'eau, sur laquelle on soufflera fortement, pour voir s'il n'y à jour nullepart. Car s'il y avoit quelque défaut, il faudroit le réparer par un grain de soudure.

Tout étant donc préparé & placé comme on le voit en *N y*, vous souderez toutes ces pieces d'un même feu, en employant une soudure de quelques degrés plus tendre, que celle avec laquelle vous avez soudé le petit canon *MN*: après quoi vous percerez le trou *K*, égal au calibre du petit canon, & qui se trouve dans la boîte à égale distance des deux autres trous; voyez *h K*, qui représente la coupe de la boîte *g G*, par

le plan qui comprend les centres de ces trois trous.

Après avoir nétoyé le dedans de cette piece, & avoir bien examiné si la soudure, a pris par-tout : vous ajusterez dans la piece *D* la soupape *L*, de maniere que quand les deux coquilles seront réunies, elle pose exactement sur le haut du canal montant *y*. Cette soupape *est une* palette garnie en dessous d'une rondelle de cuir de bufle imbibée de suif & d'huile, & attachée avec une vis dont la tête, qui est platte, répond à l'embouchure du canal sans en toucher les bords. La palette & la queue de la soupape sont de cuivre, d'une ligne d'épaisseur, & fortement écoui pour avoir beaucoup de ressort. Le bout de la queue taillé en queue d'aronde par ses bords, entre dans une coulisse de même forme, qui est en *d* dans la coquille supérieure, & s'arrête avec une vis, qui a sa tête en dehors. Pour essayer si la soupape est bien placée, si le cuir pose exactement sur les bords du canal montant, & si la queue a un ressort suffisant, vous lierez les deux coquilles l'une sur l'autre,


Fig. 3.
Fig.
f
e
G
Fig. 4.
l
Fig. 5.
Q
L
K
I
a
h
M
e
A
d
P
c
N
O
b
C
B
A
a
f
p
D
h
L
O
F
y
K
z
e
b
b
M
N
L
H
K
l

vous léverez la palette avec une cheville de métal que vous introduirez par le trou *l*, & vous la laisserez retomber à plusieurs reprises, pour examiner ensuite l'impression que les bords du canal auront faite sur le cuir. Après ces épreuves, vous ôterez la soupape, vous lierez avec du fil de fer recuit, les deux coquilles l'une sur l'autre, de maniere que les bords se touchent bien par-tout; & vous les souderez ensemble avec la soudure blanche, c'est-à-dire, avec de la soudure forte, qui contient beaucoup d'étain, afin qu'elle coule à un dégré de chaleur qui ne soit pas capable de nuire aux soudures qui ont précédé. Les deux coquilles étant ainsi jointes, & dégrossies, vous formerez avec la lime au bout *O*, une feuillure d'une $\frac{1}{2}$ ligne de profondeur, sur la longueur d'un demi-pouce, & vous mettrez cette partie un peu en dépouille, pour recevoir le gros canon, que vous y souderez avec la soudure d'étain, ayant bien soin de chauffer & d'aviver fortement les pièces avant de les joindre.

Le gros canon a la même lon-

gueur que le petit ; sa grosseur par un bout est égale à la partie O qui le reçoit , l'autre bout n'a qu'un pouce de diametre intérieurement ; il est fermé par une piece *m* , *Planche XXIII* , *Figure* 1 , qui entre à feuillure , & par le milieu de laquelle passe le bout du petit, canon : elle est soudée à l'un & à l'autre avec la soudure d'étain , ou si *l'on veut*, avec la soudure blanche. Le gros canon est fait , comme le petit avec une feuille de cuivre , mais plus épaisse de moitié ; vous la plierez de même sur un boulon de fer d'une longueur & d'une forme convenables ; vous souderez les bords avec de *la* soudure forte, & douce , c'*est*-*à*-*dire* qui souffre le marteau ; & quand vous l'aurez nétoyé par dedans , vous le remetterz sur le boulon de fer, pour le battre & achever de l'arrondir. Par la même soudure , vous mettrez trois attaches *f*, *f*, *f*, *Pl*. *XXII*. *fig*. 6. sçavoir une à 4 pouces de distance du petit bout , une autre à 21 pouces , & une troisieme à égales distances entre l'une & l'autre.

Il faut préparer un tuyau *P* , de 5

pouces de longueur, d'un calibre un peu plus gros que le petit canon, afin que les balles y passent avec beaucoup de liberté ; il faut qu'il soit fermé & arrondi par les deux bouts avec une ouverture ronde à chacun de 5 lignes de diametre, & opposées entr'elles, c'est-à-dire, que l'une soit tournée à droite, quand l'autre est à gauche ; ce tuyau sera limé plat aux dépens de son épaisseur, en suivant le plan d'une de ses ouvertures, pour s'appliquer sous le fusil qui est aussi limé plat en cet endroit pour le recevoir ; vous le placerez de maniere que l'une de ses ouvertures s'abouche exactement avec le trou *K*, & vous l'arrêterez dans cette position avec deux attaches soudées l'une au bout, l'autre sur le côté aux deux petites masses réservées en *e* & en *o*, dans lesquelles vous tarauderez des trous pour deux petites vis. Ce canal est fait pour recevoir des balles de calibre, & les conduire dans le robinet ; ainsi vous donnerez un peu d'évasement & de pente à l'entrée du trou *K*, afin que cela se fasse sans obstacle. Si vous supposez

la soupape remise à sa place, la *Fig.* 2, représente l'état actuel du fusil par la coupe suivant l'axe : & il ne s'agit plus que de finir le robinet en y plaçant la clef.

Cette clef est un morceau de cuivre de fonte *R*, tourné sur un axe de fer qui y est soudé, & qui n'y entre que de la profondeur de quatre lignes. La partie qui est dehors, est un cylindre long de $\frac{3}{4}$ de pouces sur quatre lignes de diametre, & l'on a pris dessus un quarré qui a aussi quatre lignes de longueur. Vous ajusterez la clef du robinet dans sa boîte, comme je l'ai enseigné précédemment pour la machine pneumatique, *pag.* 465. & quand elle le sera à-peu-près, vous y ferez un trou diamétral capable de recevoir une balle de calibre ; vous le placerez de maniere, qu'il se rencontre dans la direction du petit canon, quand on fera tourner la clef ; & que ses deux embouchures répondent à deux faces opposées du quarré de l'axe.

Quand le trou de la clef sera bien ébarbé, & qu'elle sera presque entiérement ajustée, vous la remettrez sur

le tour, & vous réglerez sa longueur de façon, que ses deux faces affleurent depart & d'autre, le fond des drageoirs, que vous avez faits aux bords de la boîte *Gg*: vous creuserez de plus sur la plus petite des deux faces, une cavité circulaire de six lignes de diametre, d'une ligne de profondeur, & dont le fond soit droit, avec un trou au centre gros comme une plume à écrire, qui communique avec le grand trou diamétral, & qui soit fraisé à son embouchure. Vous y placerez une cheville de cuivre, qui glisse aisément suivant sa longueur; mais dont la tête noyée dans la fraisure ne lui permette pas de passer outre; vous laisserez déborder l'autre bout d'une demie ligne dans le trou diamétral, & vous le taillerez avec la lime conformément à la partie du trou où il est, en adoucissant bien les angles de façon qu'une balle, en traversant la clef, ne soit point arrêtée par cette petite piece, mais qu'elle la repousse seulement.

La clef étant donc finie de tout point, vous la mettrez dans sa boîte, après l'avoir graissée avec un peu de

suif ; vous enfilerez sur l'axe, une platine de cuivre dressée & arrondie sur le tour, & de grandeur à entrer juste & à remplir le drageoir avec un petit biseau, sur lequel vous rabaterez le cuivre de la boîte, avec un repoussoir d'acier trempé & en frappant à petits coups : & de temps en temps vous ferez tourner la clef, pour voir si elle n'est point gênée.

Vous couvrirez de même l'autre face de la clef; mais auparavant vous placerez la petite cheville, & par-dessus, un foible ressort de cuivre écroui ou d'acier, dont vous éprouverez l'effet avant que de l'enfermer à demeure : il faut qu'une *balle* de plomb roulant du *canal p* dans la clef, soit arrêtée au milieu du trou diamétral par la pression de la cheville, mais qu'elle passe outre quand on la poussera un peu.

Quand vous aurez mis le fusil en cet état, vous pourrez le limer extérieurement, enlever la matiere inutile, façonner & polir tout ce qui doit paroître hors du bois, après quoi vous ferez la pompe & sa soupape.

La pompe Q, *Fig.* 3. eſt un tuyau cylindrique de quatorze pouces de longueur ſur neuf lignes de diametre; elle peut être indifféremment de fer ou de cuivre de fonte, pourvu qu'elle ſoit bien alaiſée & réduite à l'épaiſſeur d'une bonne demie ligne, pour être plus légére. Le corps du piſton qui a deux pouces de longueur, eſt fait de pluſieurs rondelles de cuir de vache corroyé, enfilées ſur une tige quarrée *r*, entre deux platines de cuivre un peu plus petites, & dont la derniere ſe met avis. Le reſte de la tige, eſt une lame de fer qui a ſix lignes de large ſur deux d'épaiſſeur; elle eſt terminée par une partie ronde avec un bouton plat, & par une eſpece de collet dont je parlerai bientôt.

Au bout de la pompe eſt ſoudée à ſoudure forte, une piece de cuivre fondue ſur un modele, dont *S T V*, repréſentent la coupe ſuivant l'axe; on y peut diſtinguer trois parties; la premiere *S* ou *s*, eſt une vis qui a ſon écrou dans la virole qui eſt ſoudée dans le gros bout du fuſil. La ſeconde *T*, eſt une maſſe coupée quarré-

ment au-dessous de la vis, pour servir de portée, & que l'on couvre de plusieurs anneaux de cuirs, afin que l'air n'y puisse point passer; dans cette masse est un trou conique, qui a quatre lignes de hauteur, sept lignes de diametre au plus large, & trois $\frac{1}{2}$ au plus étroit; il faut qu'il soit fraisé avec soin, & l'on fera bien d'y ajuster un cône tronqué de cuivre, & de roder l'un dans l'autre avec de la ponce & de l'eau, comme les clefs de robinets. Après cette cavité, il reste un fond plat, qui a au centre un trou de deux lignes de diametre. Au-dessous de cette seconde partie, il y en a une troisieme, qui est évidée cylindriquement, qui embrasse la pompe & qui s'y soude. Cette piece est taillée à pans par le dehors, afin qu'on puisse la saisir plus facilement pour la visser au fusil. La soupape est un cône tronqué *x*, formé avec des rondelles de cuir corroyé, & enfilées, sur un axe de cuivre, plus gros par en-bas que dans le reste de sa longueur, avec une portée; & elles sont pressées par une rondelle de cuivre qui se met avis. Ces rondelles de cuir

doivent être arrondies ſur le tour, abreuvées de matieres graſſes, preſſiées & moulées, pour ainſi dire, dans la cavité qu'elles doivent remplir. Le bout de l'axe par en-bas, eſt limé plat, afin que l'air foulé par la pompe paſſe par les deux côtés pour ſoulever la ſoupape; l'autre bout qui eſt plus menu, eſt rond & gliſſe librement dans un trou qui traverſe la bride *X*. Cette bride eſt une lame de cuivre pliée d'équerre par les deux bouts, & arrêtée par deux petites vis dont les têtes ſont limées après coup, conformément aux filets qu'elles interrompent; entre cette bride & le deſſus de la ſoupape, on enferme un reſſort à boudin, fait d'un fil de laiton, qui la contient & qui la repouſſe à ſa place après qu'elle a été ſoulevée. Voyez la coupe de l'enſemble à la lettre *Y*.

J'ai dit ci-devant, que la tige du piſton qui eſt en *r*, eſt une lame de fer de ſix lignes de largeur; elle a en *t*, une partie cylindrique qui a huit lignes de longueur ſur quatre de diametre, au deſſous de laquelle eſt un bouton plat; la tige gliſſe d'un bout

à l'autre dans une piece de cuivre *Z*; qui a ſept lignes d'épaiſſeur, & qui entre des deux tiers dans le bout de la pompe ; elle a deux fortes oreilles, par leſquelles elle s'attache avec des vis au bout de la croſſe du fuſil.

L'ouverture qui donne paſſage à la tige platte, eſt arrondie au milieu pour recevoir la partie cylindrique *t*, ce qui arrive quand le *piſton* eſt arrivé au haut de la pompe ; alors en faiſant un quart de tour, la tige ſe trouve retenue, & le piſton contribue avec la ſoupape à contenir l'air qui eſt foulé.

Au-deſſous du bouton plat, il y a encore une partie, cylindrique de 5 à 6 lignes de diametre; ſur la moitié de ſa longueur, qui a un demi pouce, elle eſt applatie à la lime des deux côtés, de ſorte qu'il ne lui reſte que le tiers de ſon épaiſſeur, dans cet endroit-là : on fait paſſer le tout à travers une bande de fer *v*, élevée de trois lignes au milieu, & percée d'un trou rond qui communique avec une rainure dans laquelle on fait entrer le colet plat, & l'on ferme le trou rond avec un tourniquet ; on

met les deux pieds sur les deux bouts de la piece *v*, où l'on a ainsi engagé le bout de la tige du piston, & avec les deux mains on fait monter & descendre la pompe qui est jointe au fusil. Chaque fois que le piston se trouve en bas, il entre de nouvel air dans la pompe, par un trou qui est à deux pouces & demi près du bout, & le coup de piston le pousse dans l'intérieur du fusil, où il est retenu par les soupapes.

Alors si l'on tourne la clef du robinet de maniere qu'elle puisse recevoir une balle du canal *p*, & qu'ensuite en lui faisant faire un quart de tour, on mette son trou diamétral dans la direction du petit canon, il ne faudra plus que soulever la soupape *L*, avec une petite cheville de cuivre placée en *l*; l'air condensé entre les deux canons s'échappera par le canal montant *y*, & fera partir la balle; il faut que la cheville *l*, soit bien ajustée, dans la partie inférieure de ce canal, & qu'elle soit toujours frottée d'huile, afin que l'air ne se perde point par-là.

Tout cela peut se faire, comme on voit, sans que le fusil soit mis en bois;

& le Phyſicien a rempli ſa tâche quand il l'a mis en cet état ; mais cet inſtrument ſera bien plus agréable & bien plus commode, s'il eſt monté proprement, & aſſorti de certaines pieces, qui prennent & placent les balles avec juſteſſe, & qui faſſent jouer la ſoupape *L*, avec une telle économie, que l'air une fois condenſé dans l'intérieur du fuſil, ſuffiſe pour chaſſer ſucceſſivement dix ou douze balles : comme cela ne peut ſe faire que par une main déja exercée dans l'arquebuſerie, j'indiquerai ſeulement ce qu'il faut faire, ſans m'arrêter à dire en détail, comment il faut s'y prendre pour l'exécuter.

On choiſira un morceau de bois de noyer bien ſain & bien doux, qui ait les dimenſions convenables ; on percera pour loger la pompe, toute la partie qui eſt deſtinée à faire la croſſe, & dans l'autre partie, on fera entrer le gros canon juſqu'au niveau de ſon axe : le fuſil ſera attaché ſur ſon bois 1°. par les trois attaches *f*, *f*, *f* ; 2°. par une vis qui le prendra en-deſſous, & qui aura ſon écrou dans la petite maſſe réſervée en *b*,

3°. par une vis en bois, dont la tête sera noyée dans l'épaisseur de la queue *a*, 4°. & par l'axe de la clef du robinet, comme je le dirai ci-après. Le bout de la crosse est un peu enfoncé, & recouvert d'une plaque de cuivre, fondue sur un modele de plomb, & sous laquelle on a réservé des petites masses pour recevoir les vis qui attachent la piece *Z*. Le bois est percé vis-à-vis l'embouchure du canal *p*, & garni d'une piece de cuivre à coulisse, par le moyen de laquelle on ouvre, & on ferme cette ouverture: il l'est encore sur un des côtés de la crosse, vis-à-vis du trou par lequel l'air doit entrer dans la pompe; on pourra, si l'on veut, fermer ce trou par une piece tournante attachée sur une autre piece platte incrustée dans le bois: comme on le voit en *A*, *Fig.* 7.

Pour mettre la clef du robinet dans les différentes positions qui lui conviennent, & pour faire ouvrir la soupape de communication pendant un temps fort court, on employe un platine d'acier trempé *A B*, *Fig.* 8. qui ressemble beaucoup à celles des fusils

ordinaires, mais qui eſt plus grande & plus forte, elle a huit pouces de long ſur quatorze à quinze lignes de largeur. Cette platine porte en dehors un chien & une platine de batterie qui fait à l'ordinaire, un quart de converſion; celle-ci eſt fixée par une vis ſur le quarré de l'axe du robinet, de telle maniere que quand elle eſt droite & qu'elle couvre le *baſſinet*, le trou diamétral de la clef ſe préſente à l'embouchure du canal *p*, qui contient les balles, & en reçoit une; & quand on la renverſe de *C* en *D*, elle met la balle dans la direction du petit canon; ainſi elle doit reſter dans cette ſituation, juſqu'à ce que le coup ſoit tiré; ou qu'on *faſſe ſortir* la balle par où elle eſt entrée.

Le chien *E*, porte par dedans, une noix compoſée de deux bras de levier courbes *f*, *g*, & d'un rateau où ſont taillées les dents de bende, de repos, & de détention; le bras *g*, eſt pouſſé par un grand reſſort *h*, qui doit être très-fort: le levier de la détente *i*, porte à ſon extrêmité *k*, un bras à retour d'équerre, qui va chercher la gachette. L'autre bras *f*, de

de la noix, par le moyen du levier *l*, pousse de bas en haut la piece *m*, qui a le centre de son mouvement en *n*, & qui étant ravalée de la moitié de son épaisseur, est guidée & retenue par une coulisse creusée sous la piece *o p*: à la base du triangle *m*, est une partie platte perpendiculaire à la platine, & qui s'avance sous la cheville de cuivre qui doit pousser la soupape : la piece *m n*, est ramenée de haut en bas par un ressort *q*.

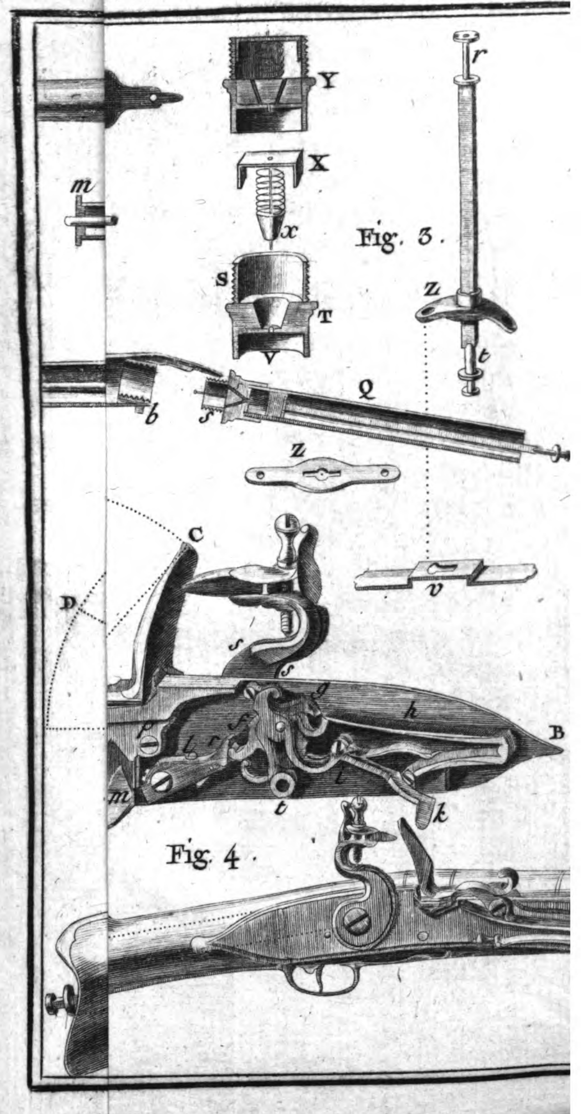
On voit par cet arrangement, que quand on tire le chien en arriere on tend le grand ressort *h*, & que quand on lâche la détente, ce ressort poussant le levier *g*, fait lever la piece *m n*, & avec elle, celle qui répond à la cheville de cuivre, d'où il arrive qu'une portion de l'air qu'on a foulé entre les deux canons, s'échappe par le robinet dans le petit, & emporte la balle qu'il y trouve.

Mais la longueur & la figure du bras *f*, sont proportionnées de maniere, que quand le levier *l* a fait le mouvement qu'il faut pour faire lever la piece *m*, il lui échappe & le laisse passer outre, ce qui fait que

la ſoupape ne reſte ouverte qu'un très-petit inſtant, & que l'air qu'on à condenſé ſert pour pluſieurs coups.

Le bras *f*, étant une fois paſſé, & le levier *l*, *r*, étant remonté à ſa place par l'action du reſſort *q*, & ne pouvant aller plus haut à cauſe d'un *retentum*, qui eſt entre les deux lettres, *l*, *r*, on ne pourroit plus faire tourner la noix pour bander le grand reſſort; pour prévenir cet inconvénient, le levier de communication *l* eſt briſé en *r*, avec un petit reſſort en-deſſus qui ramene la piece mobile, après que le bras *f*, l'a fait tourner en remontant.

Le chien, pour s'appliquer contre la platine eſt limé plat juſqu'à la ligne *s*, *s*, où ſon épaiſſeur devient tout à coup plus grande; cela produit un épaulement par lequel il s'appuye en tombant, ſur le bord de la platine. Comme le grand reſſort doit être bien fort, pour être en état de lever la ſoupape, quand le fuſil eſt chargé, & qu'on le tire quelquefois lorſqu'il ne l'eſt pas, il faut donner beaucoup de force au col du chien, pour le mettre en état de réſiſter à cet effort.


Y
X
x
Fig. 3.
r
S
T
V
Z
t
m
b
s
Q
Z
C
D
v
s
s
g
h
f
p
l
r
B
i
m
t
k
Fig. 4.

La platine s'attache au fusil, par une vis qui traverse tout le bois, & qui trouve son écrou en *t*; elle tient encore par l'axe de la clef du robinet, qui après l'avoir traversée, reçoit la platine de batterie sur son quarré, avec une vis qui l'y retient.

Afin que les balles soient toujours de calibre, il faut avoir un moule pour les fondre, & avoir soin de les bien ébarber avant de s'en servir; on fera bien aussi de passer de temps en temps un peu d'huile dans le petit canon avec un linge fin attaché au bout d'une baguette.

A propos de baguette, si l'on en veut une au fusil, il faudra que le bout se détourne un peu, pour passer à côté du canal *p*, qui contient les balles; elle se placera du reste & s'attachera comme aux fusils ordinaires.

Fin du Tome second.

TABLE DES MATIERES

Contenues dans ce ſecond Volume.

TROISIEME PARTIE.

Contenant des avis particuliers ſur les Expériences des Leçons de Phyſique.

Avis concernant la premiere Leçon.

Avis ſur la premiere Section. page 1.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 5.
Troiſieme expérience. 6.
Quatrieme expérience. 13.
Avis ſur la ſeconde Section. ibid.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 16.
Troiſieme expérience. 17.
Avis ſur la troiſieme Section. 18.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 23.
Avis concernant la ſeconde Leçon.
Avis ſur la premiere Section. 31.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 34.

Troisieme expérience. 36.
Quatrieme expérience. 38.
Avis sur la seconde Section. 42.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 49.
Troisieme expérience. 52.
Avis concernant la troisieme Leçon.
Avis sur la premiere Section. 61.
Premiere expérience. 62.
Avis sur la seconde Section. 66.
Avis sur l'Article I. de la troisieme Section. 81.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 85.
Troisieme expérience. 92.
Avis sur l'Article II. de la troisieme Section. 98.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 108.
Troisieme expérience. 111.
Avis concernant la Quatrieme Leçon.
Avis sur la premiere Section. 114.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 115.
Troisieme expérience. 119.
Avis sur la seconde Section. 121.
Premiere expérience. *ibid.*
Deuxieme & troisieme expériences. 123.
Avis sur la troisieme Section. 125.
Expériences sur le choc des corps. *ibid.*
Avis concernant la cinquieme Leçon.
Avis sur la premiere Section. 145.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 148.
Troisieme expérience. 152.
Quatrieme expérience. 157.
Cinquieme expérience. 160.
Avis sur la seconde Section. 175.

Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 179.
Troisieme expérience. 181.
Quatrieme expérience. 183.
Cinquieme expérience. 194.
Sixieme & septieme expériences. 205.

Avis concernant la sixieme Leçon.

Avis sur la premiere Section. 210.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 212.
Troisieme expérience. 214.
Quatrieme & cinquieme expériences. 219.
Sixieme expérience. 220.
Avis sur le I. Article de la seconde Section. 225.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 228.
Troisieme expérience. 231.
Quatrieme expérience. 240.
Avis sur le II. Article de la seconde Section. 256.
Cinquieme expérience. *ibid.*

Avis concernant la septieme Leçon.

Avis sur la premiere Section. 263.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 268.
Troisieme expérience. 272.
Cinquieme expérience. 276.
Sixieme expérience. 277.
Septieme expérience. 280.
Modeles des pompes foulantes. 288.
Avis sur la seconde Section. 298.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 300.
Expérience relative à la deuxieme proposition. 301.
Troisieme expérience. 303.
Quatrieme & cinquieme expériences. *ibid.*

Construction du barometre simple. 307.
Barometre à cadran. 315.
Barometre portatif. 319.
Sixieme & septieme expériences. 322.
Huitieme expérience. 323.
Modeles des pompe aspirantes & foulantes. 325.
Modele de la pompe *des Prêtres*. 331.
Neuvieme expérience. 341.
Dixieme expérience. 342.
Onzieme expérience. 343.
Douzieme expérience. 344.

AVIS concernant la huitieme Leçon.

Avis sur la troisieme Section. 352.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 353.
Troisieme expérience. 360.
Quatrieme expérience. 362.
Cinquieme expérience. 363.
Sixieme expérience. 364.
Septieme expérience. 366.
Huitieme expérience. 368.
Neuvieme expérience. 369.
Dixieme expérience; construction des aréometres. *ibid.*

AVIS concernant l'appendice, sur les tubes capillaires & sur les causes de la fluidité & de la solidité des corps.

Avis sur le I. Article. 378.
Avis sur le II. Article. 380.
Premiere expérience. *ibid.*
Seconde expérience. 381.

AVIS concernant la neuvieme Leçon.

Avis sur la premiere Section. 384.
Premiere & deuxieme expériences. *ibid.*
Troisieme, quatrieme & cinquieme exp. 390.
Manivelles simples & coudées. 393.

Sixieme & ſeptieme expériences. 397.
Huitieme & neuvieme expériences. 398.
Conſtruction des balances. 399.
Avis ſur les poulies. 402.
Dixieme expérience. *ibid.*
Onzieme expérience. 404.
Douzieme expérience. 405.
Treizieme expérience. 412.
Avis ſur les roues.
Remarques, ſur le treuil, le cabeſtan, la grue, &c. 417.
Avis ſur la ſeconde Section. 421.
Premiere expérience. *ibid.*
Sur le *coin* conſidéré comme une machine compoſée de plans inclinés. 430.
Seconde expérience. *ibid.*
Sur les vis de différentes eſpeces. 333.
Premiere, ſeconde & troiſieme expér. 441.
Avis ſur la troiſieme Section. 442.
Quatrieme & cinquieme expériences. *ibid.*
Sixieme expérience. 443.

AVIS concernant la dixieme Leçon.

Avis ſur la premiere Section. 446.
Premiere expérience. *ibid.*
Conſtruction de la machine pneumatique faite d'un ſeul corps de pompe. 447.
Préparation des boîtes à cuirs. 494.
Proportions des récipients propres à aſſortir la machine pneumatique. 498.
Seconde expérience. 506.
Troiſieme expérience. 507.
Quatrieme expérience. *ibid.*
Cinquieme expérience. 508.
Sixieme expérience. 516.
Septieme expérience. 522.
Conſtruction du fuſil à vent. *ibid.*

Fin de la table du Tome ſecond.

